FESTSCHRIFT

ZUM

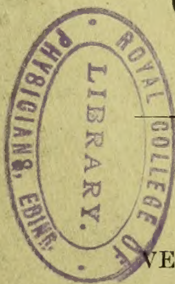
SIEBENZIGSTEN GEBURTSTAGE

VON

CARL GEGENBAUR

AM 21. AUGUST 1896.

DRITTER BAND.



LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1897.

FESTSCHRIFT

ZUM

SIEBENZIGSTEN GEBURTSTAGE

VON

CARL GEGENBAUR

AM 21. AUGUST 1896

DRITTER BAND

MIT 17 TAFELN UND 98 ZUM THEIL FARBIGEN ABBILDUNGEN IM TEXT

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1897.

FESTSCHRIFT

ZUM

SIEBENZIGSTEN GEBURTSTAGE

VON

CARL GEGENBAUR

AM 21. AUGUST 1896

DRITTER BAND

MIT 17 TAFELN UND 98 ZUM THEIL FARBIGEN ABBILDUNGEN IM TEXT

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1897.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

CARL GEGENBAUR

IN DANKBARKEIT, LIEBE UND VEREHRUNG

GEWIDMET

VON SEINEN SCHÜLERN

INHALT.

DER TRIGEMINO-FACIALIS-KOMPLEX VON LOTA VULGARIS

VON

DR. N. GORONOWITSCH
PUSCHKINO, RUSSLAND.

MIT TAFEL I UND II.

Die vorliegende Arbeit versucht, die von MAYSER (5) in seinen grundlegenden Untersuchungen festgestellten Komponenten der proximalen Kranialnerven der Knochenfische mit den von mir bei *Acipenser ruthenus* beschriebenen zu vergleichen. Für eine sichere Lösung dieser Aufgabe schien mir vor Allem (6. S. 428) eine erneute Untersuchung des peripherischen Verhaltens der Nervenstämme des Trigemino-Facialis-Komplexes bei Knochenfischen nothwendig. Indem ich jetzt diese Lücke für *Lota* und *Esox* erfüllt zu haben glaube, kann ich die im Laufe des phyletischen Entwickelungsprocesses bei Knochenfischen erworbenen Einrichtungen von Standpunkten, welche uns das relativ primitive Verhalten des Knorpelganoiden liefert, zu beurtheilen versuchen.

Für eine vergleichend-anatomische Arbeit dieser Art ist eine in's Detail greifende Untersuchung der Histologie der Oblongata nicht von grosser Bedeutung. Daher ist auch die histologische Untersuchung der Oblongata von *Lota* in vorliegender Arbeit nur so weit geführt, als eine sichere Identificirung der Hauptbahnen der Nervenkomponenten bei *Lota*, Cyprinoiden (MAYSER) und *Acipenser* es für nothwendig erwies. Dem entsprechend ist auch die Technik auf die für die Untersuchung der Markfaserbahnen so vorzügliche Methode von WEIGERT und die von mir früher geübte Karmintinktion beschränkt worden. Die WEIGERT'sche Färbungsmethode erlaubte mir, meine früheren Angaben über die Kranialnerven von *Acipenser* in wichtigen Punkten zu erweitern und zu verbessern. Der Kürze wegen werde ich in Folgendem die nach WEIGERT bearbeiteten als H. Serien, die Karminserien als C. Serien bezeichnen.

Die Wahl von *Lota* als Untersuchungsobjekt ist durch manche Vortheile, welche diese von MAYSER nicht untersuchte Form für die Präparation der peripheren Nerven aufweist, bestimmt. Die breite Schädelhöhle und die weiche Konsistenz mancher Schädelknochen von *Lota* erleichtern besonders die Präparation der intrakranialen Strecke des Nervenkomplexes.

I. Ergänzende Untersuchungen über die Kranialnerven von Acipenser ruthenus.

Eine anatomische Beschreibung der Oblongata von *Acipenser ruthenus* ist in meiner früheren Arbeit (6, S. 429) gegeben. Hier sollen nur diejenigen Verhältnisse, welche zur Erläuterung des Folgenden dienen können, hervorgehoben werden. Die Oblongata von *Acipenser* unterscheidet sich von der Oblongata eines Knochenfisches hauptsächlich durch die ausserordentliche Länge der Rautengrube. Es ist dies ein sehr primitiver Charakter, welcher an das uns aus der Arbeit von Gegenbaur (2) bekannte Verhalten der Oblongata von *Hexanchus* erinnert. Ferner sind am Boden des Ventriculus IV bei dem Knorpelganoiden und bei *Hexanchus* keine unpaarigen Gebilde wie etwa der Lobus impar einiger Knochenfische ausgebildet. Bekanntlich fehlt auch der Lobus impar bei *Amia* sowie einigen Knochenfischen, z. B. bei *Esox*. Dadurch dokumentirt sich dieser Lobus als eine sekundäre Einrichtung (14, S. 35). Die durch eine Reihe von mehr oder weniger deutlich segmental angeordneten Anschwellungen markirten Lobi vagales von *Acipenser* vervollständigen die Aehnlichkeit der Oblongata der Knorpelganoiden mit der der Notidaniden auffallend.

Der Mittellinie der Rautengrube entsprechend, verlaufen die bilateral symmetrischen hinteren Längsbündel. Auf der Höhe des Austritts des N. Facialis angelangt, senden diese Bündel seitliche Abzweigungen ab, welche die Wand der Oblongata durchziehen und als motorische Wurzeln des Facialis austreten. Lateral von den hinteren Längsbündeln verlaufen zwei tiefe Längsrinnen, welche von mir als Vorderhornrinnen bezeichnet wurden (vergl. Fig. 4, 6, 7, 13 und 14 *Vr*, die hinteren Längsbündel *Hl*).

Diese Rinnen sind wichtige Gebilde für die Ermittelung der Lage des Vorderhornes. Der Anfang der Rinnen liegt in der Uebergangsstrecke zwischen Rückenmark und Oblongata; sie durchziehen proximalwärts die ganze Strecke der Oblongata, in welcher die motorischen Centra der segmentalen Kranialnerven zu treffen sind. Die Rinnen schneiden tief in die graue Substanz der Vorderhörner ein. Durch dieselben wird demnach die Lage des Vorderhornes genau markirt. An den Stellen der Oblongata, an welchen die graue Substanz der Vorderhörner durch Längs- und Bogenfaserbahnen in zerstreute Inselchen zertheilt ist, kann man dennoch ganz genau erkennen, welche motorischen Zellen dem Vorderhorngebiete und welche den lateralen, von mir als „Zwischenzellen“ bezeichneten Gruppen angehören (6, S. 502). Alle motorischen Zellen, welche ventral von der Vorderhornrinne liegen, sind gewiss Vorderhornzellen. Die Präcision, mit welcher man in der Oblongata von *Acipenser* die Gebilde des Vorderhornes erkennen kann, erlaubte mir, die Vorderhornfasern der Kopfnerven in meiner früheren Arbeit nachzuweisen.

In den distalen Abschnitten der Rautengrube bilden die Lobi vagales leistenförmige Vorsprünge, welche in die Höhle des Ventriculus IV ragen (Fig. 14 *Lvg*). Hier bestehen die Lobi aus grauer Substanz. Proximalwärts von der Austrittsstelle

des Glossopharyngeus aber wird die graue Substanz allmählich durch Längsfaserbahnen verdrängt. Diese Bahnen bilden zwei Stränge, welche mit einer absteigenden Cerebellumbahn lateral umbiegen und als dorsale Wurzeln des Facialis austreten (Fig. 4 *Frd*). Die graue Substanz der Lobi vagales ist als Centrum, aus welchem die Hauptkomponenten der sensorischen Wurzeln des Vagus, Glossopharyngeus, Facialis und, wie wir weiter sehen werden, auch anderer Nerven sich sammeln, zu betrachten. Demnach bezeichet der Terminus Lobi vagales die volle Bedeutung dieser grauen Substanzgebilde nicht. In den distalen Abschnitten der Rautengrube sind die Lobi die am meisten dorsal liegenden Gebilde der Oblongata; proximal werden sie allmählich durch je ein System von Längsfaserbahnen, durch die von mir genannten dorsolateralen Stränge (Fig. 14 *Dl*), überdeckt. Weiter proximal werden letztere durch die Cerebellarleisten dorsal überlagert. Diese Leisten sind als distalwärts in das Gebiet des Nachhirnes sich fortsetzende Gebilde des Cerebellums zu betrachten. Die Struktur der Cerebellarleisten ist die des Rindengewebes des Cerebellums (6, S. 537). In den proximalsten Abschnitten der Oblongata schliesslich (Fig. 4) erscheinen dorsal von den Cerebellarleisten (*Cl*) paarige Gebilde von grauer Substanz (*Lt*), aus welchen die Fasern der dorsalen Wurzeln des Trigeminus II sich sammeln; es sind die Lobi Trigemini.

Die segmentalen Kranialnerven von *Acipenser* bestehen aus diskreten dorsalen feinfaserigen und ventralen dickfaserigen Wurzeln (vergl. 6. Taf. XVII Fig. 9). Um die Uebersicht der homodynamen Bestandtheile der Wurzeln zu erleichtern, ist es demnach möglich, mit der Beschreibung der Komponenten aller dorsalen Wurzeln anzufangen. In den distalen Querschnittsebenen der Oblongata, wo die Lobi vagales noch völlig aus grauer Substanz bestehen, zeigen die Bogenfasern folgende Verhältnisse (Fig. 14 *Bf*):

Der Verlauf der Bogenfasern ist bei Knorpelganoiden nicht auf eine bestimmte Stelle der Raphe ant. wie bei Knochenfischen (Commissura Ac. Mauthneri) limitirt; sie durchziehen die Raphe in zerstreuten Bündeln in beliebigen Höhen derselben, aber ventral von den hinteren Längsbündeln.

a) Einige Bündel dieser Fasern erscheinen plötzlich zwischen den Längsfaserbahnen der Vorderstränge, welche unmittelbar ventral von den hinteren Längsbündeln verlaufen. Diese Bündel durchkreuzen die Raphe ant. und ziehen dorsalwärts zum Lobus vagi. In die graue Substanz des Lobus angelangt, zerstreuen sich die Bündel in einzelne Fasern (Fig. 14 *Bf*). Diese Kategorie von Bogenfasern entsteht durch eine medianwärts gerichtete Umbiegung von Längsfaserbahnen.

b) Einige Bündel durchziehen den Lobus Vagi und gesellen sich direkt zu den austretenden Fasern der dorsalen Wurzel des Nerven. Auf H.-Serien ist dies leicht nachzuweisen.

c) Oefter durchziehen die Bündel den Lobus vagi und verlaufen zu den Längsbahnen des dorso-lateralen Stranges.

d) Auf C.-Serien konstatire ich, dass einige Komponenten der Bogenfasern aus der Substanz des Vorderhornes kommen und die Raphe durchkreuzen.

e) Die Bogenfasern, welche die ventralen Abschnitte der Raphe durchkreuzen, entstehen durch eine medianwärts gerichtete Umbiegung von feinen Längsfaserbahnen der ventro-medialen Abschnitte der Vorderstränge. Weiter steigen diese Bündel dorsalwärts, indem sie meistens in den peripherischen Schichten der Oblongata verlaufen. Diese Bündel gesellen sich zu den Längsbahnen des Dorsolateralstranges sowie zu dem ventral von Letzterem verlaufenden Systeme γ (vergl. Fig. 14 γ).

Im Lobus vagi entstehen zwei Sorten von Fasern[1]. Die meisten konvergiren aus allen Abschnitten des Lobus und gruppiren sich allmählich in Bündel. Aus der Vereinigung solcher Bündel bildet sich die Hauptmasse der sensorischen Wurzel des Nerven (Fig. 14).

Eine andere Gruppe von Fasern (Fig. 14 *A*) wendet sich dorso-lateral und verläuft zum Dorsolateralstrang; zu dieser letzteren Gruppe rechne ich auch solche Fasern, welche ventro-lateral zu System γ verlaufen. In den Austrittsebenen des Vagus sind diese Fasern selten zu treffen. Die dorsale Wurzel des Vagus wird also aus folgenden Komponenten gebildet:

a) aus Fasern, welche aus der grauen Substanz der Lobi vagales sich sammeln,

b) aus Bogenfasern, welche die Raphe durchziehen. Sie bilden ein viel geringeres Kontingent der dorsalen Wurzel. Mit meinen Untersuchungsmethoden konnte ich die centralen Ursprungsstätten dieser Fasern nicht genauer ermitteln.

Im Gebiete des Glossopharyngeus sind das Verhalten der Bogenfasern, sowie die Bestandtheile der dorsalen Wurzel des Nerven dieselben wie beim Vagus.

Proximalwärts von der Austrittsstelle des Glossopharyngeus findet man auf Querschnitten des Lobus vagi eine immer mehr wachsende Anzahl von Längsfasergruppen, welche inselartig in der grauen Substanz des Lobus zerstreut liegen. Diese Markfaserbahnen ersetzen proximalwärts die graue Substanz fast vollständig. Ein Rest derselben bleibt jedoch im Centrum des Längssystems bis zu den Austrittsebenen des Facialis erhalten (Fig. 4 *Lvg.*). Die betreffenden Längsfaserbahnen bilden das Hauptkontingent der dorsalen Wurzel des Facialis. Auf gut orientirten horizontalen H.-Serien sieht man, dass die Faserbündel des Facialis (*r. d.*) aus den proximalen Abschnitten der grauen Substanz der Lobi vagales sich sammeln. In ihrem proximalen Verlaufe bilden sie paarige Längsfaserstränge, in welchen die einzelnen Bündel schraubenförmig durch einander gewunden sind.

In den Querschnittsebenen der proximalen Abschnitte der Lobi vagales ist das Verhalten der Bogenfasern dasselbe wie in den distalen. Es ist leicht nachzuweisen, dass die medialen Gruppen dieser Fasern zum Längsfasersystem des Facialis (*r. d.*) verlaufen. Ein Theil dieser Fasern ist sicher ungekreuzt und kommt aus der grauen Substanz des Vorderhornes (C.-Serien vergl. 6. S. 505). Weitere Untersuchungen

1) Es wäre richtiger, die Beschreibung des Verlaufes der centripetalen Bahnen von der Peripherie aus zu beginnen. Um den Vergleich meiner Angaben mit den Angaben anderer Arbeiten nicht unnöthig zu erschweren, behalte ich jedoch die ältere Beschreibungsweise bei.

zeigten mir, dass meine vermuthungsweise ausgesprochene Ansicht, ein Theil der Fasern des Facialis (*r. d.*) komme aus einer Gruppe von Zellen *Az* (6. S. 506.), unrichtig ist. Einen Theil seiner Fasern bekommt der Facialis (*r. d.*) durch ein absteigendes System, welches, wie von mir richtig angegeben, aus dem Cerebellum kommt, Höchst wahrscheinlich sind diese auf- und absteigenden Systeme der sensorischen Wurzeln der Kranialnerven von *Acipenser* ein Ausdruck der Bifurkation der in die Oblongata eintretenden sensorischen Fasern. Dies konnte jedoch nicht sicher ermittelt werden.

Die dorsale Wurzel des Facialis besteht also aus folgenden Komponenten:

a) aus Fasern, welche aus den proximalen Abschnitten der Lobi vagales sich sammeln,

b) aus medialen Gruppen von Bogenfasern, von denen ein Theil ungekreuzt ist.

c) aus einem absteigenden System, welches aus dem Cerebellum kommt.

Die dorsale Wurzel des Trigeminus II sammelt sich hauptsächlich aus der grauen Substanz des Lobus trigemini. Die Struktur dieses Lobus ist derjenigen der Lobi vagales sehr ähnlich. Man trifft hier öfters mittelgrosse Ganglienzellen an (Fig. 4). Ich bezweifle, dass die Fortsätze dieser Zellen direkt in die Nervenfasern übergehen (Vergl. 16, S. 512). Die graue Substanz des Lobus trigemini und die des Lobus vagi sind vollkommen von einander abgetrennt; zwischen beiden liegen die distalen Abschnitte der Cerebellarleisten (Fig. 4 *CL*). Beide Gebilde können demnach bei Knorpelganoiden als vollkommen von einander gesonderte Centra aufgefasst werden. Der sogenannte Lobus impar trigemini der Cyprinoiden steht dagegen bekanntlich in innigster Verbindung mit den Lobi vagales. Der Lobus impar der Cyprinoiden ist demnach als eine Differenzirung der grauen Substanz der proximalsten Abschnitte der Lobi vagales zu betrachten.

Die Lobi vagi et trigemini von *Acipenser* sind durch Faserbahnen *bft*, welche medial von den Cerebellarleisten verlaufen, verbunden. Ein Theil dieser Bahnen bildet sich aus medialen Bogenfasern, ein anderer Theil aus Fasern, welche unzweifelhaft aus den Lobi vagales kommen. In den proximalen Querschnittsebenen, wo die Lobi vagales eine faserige Struktur haben (Facialis r. d.), kann man öfters beobachten, wie einige dieser Faserbündel in der Richtung der Cerebellarleisten abbiegen und zu den medial von den Leisten verlaufenden Bahnen sich gesellen. Auf H. Serien finde ich, dass ein Theil der Bahnen *bft* in Längsbündel, welche ventral vom Lobus trigemini verlaufen, sich gruppirt. Manche dieser Längsbündel treten mit der dorsalen Wurzel des Trigeminus II aus, andere zerstreuen sich in der Substanz des Lobus, wie es für einen Theil der Bogenfasern, welche zum Lobus vagi verlaufen, oben beschrieben ward. In den Querschnittsebenen des austretenden Nerven ist auf H. Serien leicht ein direkter Uebergang von Faserbahnen *bft* in die austretende Wurzel nachzuweisen. Ein Theil der Fasern *bft* wird durch Zellen Purkinje's aus der ventralen und dorsalen Gruppe unterbrochen, was schon früher von mir beschrieben wurde (6, S. 512 u. 537). Ich vermuthe, dass die peripherischen Ausläufer einiger von diesen Zellen direkt zu den austretenden Nervenfasern sich

gesellen. Dies ist an den Fortsätzen von zwei dorsalen Zellen auf Fig. 4 *Pzd* zu sehen. Viel klarer sind ähnliche Verhältnisse bei der Bildung der dorsalen Wurzel des Trigeminus I ausgesprochen. Die meisten Zellen von Purkinje senden ihre reich verzweigten Fortsätze in die Cerebellarleisten.

Die dorsale Wurzel des Trigeminus II besteht also:

a) aus Fasern, welche aus der grauen Substanz des Lobus trigemini sich sammeln,

a′) höchst wahrscheinlich aus Fasern, welche aus den proximalen Abschnitten der Lobi vagales kommen,

b) aus medialen Bogenfasern,

c) aus besonderen, durch Zellen unterbrochenen Bahnen.

Auf H. Serien finde ich, dass das Hauptkontingent der dorsalen Wurzel des Trigeminus I durch einen Theil des Systems γ geliefert wird. Der dorsolaterale Strang wird, wie oben bemerkt, zum Theil aus Bogenfasern gebildet, welche die Substanz der Lobi vagi durchkreuzen. Ein grösseres Kontingent dieser Bahn bilden die peripher in der Oblongatawand verlaufenden Bogenfaserbündel. Ein Theil dieser Letzteren gesellt sich auch zu dem ventral verlaufenden System γ (Fig. 14). Ein noch grösseres Kontingent bekommt der Dorsolateralstrang durch die Fasern A, welche aus der Substanz des Lobus sich sammeln. Das System γ wird schon in der Uebergangsstrecke zwischen Rückenmark und Oblongata durch seinen histologischen Charakter von den umgebenden Längsbahnen der Seitenstränge different. In diesen distalen Querschnittsebenen wird es zum Theil durch die Bogenfasern dieser Gegend gebildet, höchst wahrscheinlich aber auch durch Fasern, welche ungekreuzt aus dem Vorderhorne kommen. Proximal gesellen sich zum System γ noch Fasern, welche aus dem Lobus vagi stammen (vergl. Fig. 14; die Fasern unmittelbar ventral von *Vgd*). In den Austrittsebenen des Vagus ist das System γ durch die dorsal-lateral ziehenden Bündel des Nerven vom Dorsolateralstrange getrennt. Stellenweise kann man einen Uebergang von Faserbündeln aus dem ventralen in das dorsale System konstatiren. Proximal von der Glossopharyngeus-Region geschieht dieser Uebergang von Fasern in grossen Massen.

Daraus erklärt sich, dass trotz der konstanten Zufuhr von Elementen durch die Bogenfasern sowie durch die aus den faserigen Abschnitten des Lobus vagi kommenden Bündel die Querschnittsfläche des Systems γ proximal nicht wächst. Die Schnittfläche des Dorsolateralstranges wächst dagegen sehr rasch. Die Zufuhr von Faserbündeln aus dem faserigen Abschnitte des Lobus vagi hört in den Querschnittsebenen des Austrittes des Nervus lateralis auf. Proximalwärts besteht der laterale Abschnitt des Systems γ aus mehreren breiten, von den umgebenen Bahnen gut histologisch charakterisirten Bündeln (Fig. 4). Dadurch, dass der mediale Abschnitt des Systems γ viele marklose Fasern enthält, wird er von den umgebenden Bahnen weniger different. In den Ebenen des Austrittes des Trigeminus I bildet der laterale Abschnitt des Systems γ das Hauptkontingent der dorsalen Wurzel des Nerven. Ein Theil der Bündel des lateralen und der ganze mediale Abschnitt (Fig. 7 γ, γ) ver-

laufen, wie von mir früher angegeben, zum Cerebellum (6, S. 508 u. 542). Das Verhalten des Dorsolateralstranges zum N. l. lateralis und Acusticus ist von mir früher beschrieben worden (6, S. 10).

Die dorsale Wurzel des Trigeminus I wird noch durch eine aus dem Cerebellum kommende Faserbahn verstärkt (6, S. 513). Einen dritten Komponenten bilden die Bogenfasern, welche direkt unter dem Ependymepithel des Ventriculus IV verlaufen (Fig. 7). Es handelt sich um sehr feine Fasern; auf C. Serien finde ich, dass ein Theil derselben ungekreuzt aus dem Vorderhorne kommt. Einige dieser Fasern sind unzweifelhaft durch Zellen unterbrochen (vergl. *Pz* 2, *Pz* 1). Der distale Fortsatz der spindelförmigen Zelle richtet sich dabei gegen die Austrittsstelle des Nerven (vergl. *Pz* 1). Analoge, durch spindelförmige Zellen unterbrochene Bahnen fand ich, wie oben erwähnt, an der dorsalen Wurzel des Trigeminus II.

Die dorsale Wurzel des Trigeminus I besteht also:

a) aus dem grössten Theile des lateralen Abschnittes des Systems γ. Dieser Komponent zeigt analoge centrale Ursprungsstätten wie die sub a und a_1 notirten Komponenten des Trigeminus II r. dors. Ein Theil der Bahnen des Systems γ sammelt sich nämlich aus der grauen Substanz des Lobus vagi;

b) aus medialen Bogenfaserbahnen;

c) aus einem vom Cerebellum absteigenden Systeme;

d) aus durch Zellen unterbrochenen Fasern.

Die motorischen Wurzeln des Vagus und Glossopharyngeus zeigen ein identisches centrales Verhalten. Einige Fasern, welche in den dorsolateralen Abschnitten der hinteren Längsbündel verlaufen, wenden sich ventralwärts und bilden Gruppen von Längsfasern, welche in der grauen Substanz des Vorderhornes eine Strecke weit proximalwärts ziehen (vgl. Fig. 14; die Inselchen von Längsfasern im Vorderhorne). In verschiedenen Querschnittebenen des Austritts des Vagus und Glossopharyngeus wenden sich diese Bündel dorsolateral und gesellen sich zu den austretenden motorischen Faserbahnen der betreffenden Nerven. Oefter sieht man, wie die Fasern der hinteren Längsbündel die Rinne des Vorderhornes umkreisen und direkt, ohne eine aufsteigende Bahn zu bilden, zur ventralen Wurzel gelangen (Fig. 14 u. 6). Durch die beschriebenen Fasern wird das Hauptkontingent der motorischen Wurzeln gebildet. Ein vollkommen analoges Verhalten zu den hinteren Längsbündeln resp. zu den dorsomedial verlaufenden Längsbahnen der Vorderstränge zeigen die motorischen Wurzeln der Spinalnerven bei *Acipenser* (6, S. 493 mediale Fasern) sowie bei den Knochenfischen (vgl. Haller 13, S. 85).

Ein anderer wichtiger Komponent der motorischen Wurzeln wird durch Fortsätze der motorischen Zellen gebildet. In meiner früheren Arbeit (6, S. 503) sagte ich: „Die Fortsätze der motorischen Zellen des Vorderhornes sind bis zu den Bündeln dieser Fasern sicher zu verfolgen.“

Die Richtung der Fortsätze der Zellen des Vorderhornes ist eine dreifache (Fig. 6 *C. ant*). Ein Theil derselben ist gegen die hinteren Längsbündel gerichtet, wo sie

ohne Zweifel in Längsbahnen sich umwandeln. Letzteres kann man aus den motorischen, aufsteigenden Bahnen des Facialis nachweisen. Ein anderer Theil der Fortsätze verliert sich in den Verzweigungen der grauen Substanz der Vorderhörner. In den Austrittsebenen der motorischen Bündel sieht man endlich, dass manche Fortsätze der grossen Zellen des Vorderhornes sich zu den austretenden Bündeln gesellen, wie es für zwei Zellen des Vorderhornes auf Fig. 6 dargestellt ist.

Die motorischen Centren des Vagus und Glossopharyngeus sowie anderer Kranialnerven bleiben nicht auf die ventralliegenden Gebilde des Vorderhornes beschränkt. Man findet auch Gruppen von offenbar motorischen Zellen, welche dorsal von der Vorderhornrinne liegen (Fig. 6 *Zz*). Diese Zellen hatte ich schon früher beschrieben und nannte dieselben ‚Zwischenzellen‘ (l. cit. S. 502). Diese Zellengruppen erscheinen in der Uebergangsstrecke zwischen Rückenmark und Oblongata, wo sie im Cervixtheile des Cornu ant. gelagert sind. In proximalen Schnittebenen steigen sie allmählich dorsal und entfernen sich dadurch von den Gebilden des eigentlichen Vorderhornes. Da die Zwischenzellen in distalen Abschnitten der Oblongata von *Acipenser* offenbar zu den Elementen des Vorderhornes zu rechnen sind, so sehe ich keinen Grund ein, dass dieselben als specifisch verschieden von den Vorderzellen zu betrachten seien. Die Fortsätze der Zwischenzellen sind zum Theil direkt dorsalwärts gerichtet und verlieren sich unter den sehr feinen marklosen Bahnen, welche unter dem Epithel des IV. Ventr. zum Lobus vagi verlaufen. Ein anderer Theil der Fortsätze gesellt sich zu den austretenden motorischen Fasern des Vagus und Glossopharyngeus. Ein dickes Bündel von marklosen Fasern, welches durch die Fortsätze der Zwischenzellen gebildet ist, verläuft lateral (Fig. 6 *Fz*). Ich konnte dieses Bündel stellenweise bis zur Peripherie der Oblongata verfolgen, wo es plötzlich verschwindet. Wahrscheinlich wandelt sich das Bündel in Längsbahnen um. Ich vermochte jedoch hierüber keine sichere Beobachtung zu gewinnen.

Auf wenig differenzirten WEIGERT'schen Präparaten bleibt dieses Bündel von marklosen, lateralen Fortsätzen genügend gefärbt, um nachgewiesen zu werden. Solche lateral gerichtete Bündel von Fortsätzen der motorischen Zellen trifft man nur in den Querschnittebenen des Austrittes eines motorischen Nerven (Fig. 9 *Lota Fz.*). Die motorischen Wurzeln des Vagus und Glossopharyngeus werden also aus folgenden Komponenten gebildet:

a) aus den nervösen Fortsätzen der Vorderhornzellen,

a,) aus den Fortsätzen der Zwischenzellen,

b) aus Fasern, welche durch die hinteren Längsbündel geliefert werden. Diese Fasern werden wahrscheinlich in distalen Ebenen durch die Fortsätze der motorischen Zellen der Vorderhörner dem hinteren Längsbündel zugeführt. Die Fortsätze wandeln sich dabei in aufsteigende Bahnen um, welche nach kürzerem oder längerem Verlaufe zu den austretenden motorischen Wurzeln sich gesellen. Für die motorische aufsteigende Bahn des Facialis der Fische ist ein solches Verhalten längst bekannt. Dieser Komponent, welcher für alle segmentalen Kranialnerven von *Acipenser*

nachzuweisen ist, entspricht vollkommen den medialen Fasergruppen der motorischen Spinalnerven (6, S. 493).

Das centrale Verhalten der motorischen Wurzeln des Facialis wurde schon früher von mir beschrieben und in Bezug auf die Vorderhornfasern dabei Folgendes hervorgehoben (l. cit. S. 498): „Mitunter findet man, dass die Fortsätze der motorischen Zellen bis zu den Fasern des Facialis zu verfolgen sind". Die ventrale Wurzel des Nerven wird durch eine aufsteigende Bahn, welche mit dem hinteren Längsbündel proximalwärts verläuft, gebildet. Die Fasern der Wurzel sind etwas feiner als die Fasern des hinteren Längsbündels. An der Austrittsstelle des Nerven angelangt, wenden sich die Fasern lateral, durchziehen die Vorderhornrinne dieser Gegend und treten als dickfaserige ventrale Wurzel des Facialis aus (Fig. 4 *Frv*). Nicht alle Fasern der Wurzel werden durch die Fortsätze der Vorderhornzellen geliefert; ein Theil derselben wird von den in den Vordersträngen dieser Gegend zerstreut liegenden Zellen abgegeben. Einen anderen Theil bilden die in der grauen Substanz des Vorderhornes verlaufenden Längsbahnen, welche in verschiedenen Querschnittebenen dorsal umbiegen und der aufsteigenden Facialis-Bahn (*Frv.*) sich zugesellen.

Die Bildung der motorischen Wurzel des Trigeminus II wurde in meiner früheren Arbeit z. Th. unrichtig, z. Th. sehr unvollständig geschildert. Die diesem Nerven von mir zugeschriebene, vom Cerebellum absteigende Bahn (l. cit. S. 512) gehört, wie ich mich auf H-Serien überzeugt habe, dem Acusticus an, welcher unmittelbar distal vom Trigeminus II und Facialis aus der Oblongata entspringt. Eine erneute Studie der ventralen Wurzel des Trigeminus II ergab mir Folgendes:

a) ein Theil der Fasern entsteht, was früher richtig von mir angegeben ist, aus den Zellen (Fig. 4 *C. T. IIm.*). Da diese Zellen motorische Fortsätze senden, so müssen dieselben offenbar zu der Kategorie der Zwischenzellen gerechnet werden und können nicht, was ich früher irrthümlich und zwar hauptsächlich wegen ihres Verhaltens zum Acusticus glaubte, eine besondere Stellung einnehmen. Infolge des sehr komplicirten Bildes der Schnitte dieser Gegend gelang es mir nicht, die Fortsätze der Vorderhornzellen bis zu den Bündeln, welche mit dem Nerven entstehen, zu verfolgen;

b) ferner wird ein Theil des Trigeminus II (*r. v.*) durch die Gruppen der Längsfaserbahnen (*M.* Fig. 4), welche in distalen Ebenen von dem hinteren Längsbündel sich abzweigen, geliefert. Dies ist am leichtesten auf horizontalen H-Serien zu bestätigen. Als ein analoger Komponent sind auch die Fasern *B.* zu betrachten. Sie ziehen aus der grauen Substanz des Vorderhornes dorsalwärts und verlaufen in der Richtung der austretenden Bündel. Höchst wahrscheinlich sind auch diese Fasern als Abkömmlinge der hinteren Längsbündel zu betrachten.

c) Einen grossen Theil von Fasern bekommt der motorische Trigeminus II durch die Längsbahnen, welche in den medialen Abschnitten der dorsolateralen Stränge verlaufen. Die Herkunft dieser Bahnen konnte ich nicht ermitteln. Ich bemerke hier nur, dass diese Bahnen durch die Dicke ihrer Fasern vom System γ sehr scharf sich unterscheiden. Strong (23, S. 168 u. f.) kritisirt meine Auffassung

der ventralen Wurzel des Trigeminus II und findet, dass ich keine genügenden Gründe gehabt hätte, um diesen Nerven als einen motorischen zu betrachten. Meine früheren sehr unvollständigen Angaben über die Zusammensetzung des Nerven konnten, was ich zugestehe, zu dieser Kritik Veranlassung geben. Ich muss jedoch bemerken, dass die von mir gegebene Beschreibung des Trigeminus II von *Acipenser* mit der Auffassung, wir hätten es hier mit einem rein sensorischen Nerven wie etwa mit einem N. l. lateralis zu thun, sich schwerlich verträgt. Der Nerv besteht aus einer dorsalen feinfaserigen und ventralen dickfaserigen Wurzel (vgl. Fig. 4 *Tr. II d.* u. *Tr. II v.*) und besitzt ein selbständiges Ganglion (l. cit. S. 511). Dies sind Merkmale eines spinalartigen Segmentalnerven. Uebrigens glaube ich jetzt erwiesen zu haben, dass die ventrale Wurzel des Trigeminus II eine motorische ist. Entscheidend dürften hier die Komponenten, welche durch die hinteren Längsbündel geliefert werden, sowie der Nachweis eines motorischen Centrums sein.

Die ventrale Wurzel des Trigeminus I bekommt einen Theil ihrer Bahnen durch die Fortsätze der Vorderhornzellen. Die motorischen Zellen, welche diese Bahnen liefern, liegen in mehr distalen Querschnittebenen als die Austrittsstelle des Nerven. Auf Querschnitten sind daher die centralen Verhältnisse der motorischen Bahn nicht so leicht zu demonstriren. Auf schräg-horizontalen C-Serien finde ich, dass der Nerv besteht aus:

a) dicken Fasern, welche aus der grauen Substanz des Vorderhornes kommen. Ein Theil dieser Fasern, wie aus Fig. 7 *vhz* ersichtlich, wird sicher durch die Fortsätze der Vorderhornzellen geliefert;

a,) aus Fasern, welche durch die Fortsätze der Zwischenzellen *Zz* gebildet werden. An einigen dieser Zellen sieht man einen starken Fortsatz in der Richtung der austretenden Fasern des Nerven verlaufen (*Tr. I r. v.*); der andere Fortsatz wendet sich lateral. Die Gruppen der lateralen Fortsätze bilden, wie oben beim Vagus erwähnt, ein Bündel markloser Fasern, welches fast bis zur Peripherie der Oblongata zu verfolgen ist;

b) einen grossen Theil seiner Bahnen bekommt der Trigeminus I (*r. v.*) durch die Fasern (Fig. 7 *B.*), welche in distalen Querschnittebenen von den hinteren Längsbündeln sich auszweigen und in zerstreuten Bündeln (*f, f1, f2*) proximalwärts ziehen. Ein Theil dieser Bündel gesellt sich zu den austretenden Fasern des Nerven; die übrigen verlaufen proximalwärts. Ich konnte nichts Sicheres über die weiteren Schicksale letzterer ermitteln.

Die segmentalen Kranialnerven von *Acipenser* haben, was ich in meiner früheren Arbeit genügend hervorgehoben habe, ihren primitiven Charakter völlig erhalten (l. cit. S. 467, 479). Jeder dieser fünf Nerven besteht, wie die Spinalnerven, aus einer dorsalen, feinfaserigen und einer ventralen, dickfaserigen Wurzel. Die dorsalen Wurzeln tragen Ganglien. Der Trigeminus besteht, einer von Gegenbaur geäusserten Ansicht entsprechend, aus zwei segmentalen Nerven. Die dorsalen Wurzeln dieser beiden Trigemini sind, wie wir oben gesehen haben, durch ihre centralen Verhält-

nisse sogar mehr von einander verschieden, als die dorsalen Wurzeln des Vagus, Glossopharyngeus und Facialis. Der Trigeminus II besitzt für seine dorsale Wurzel ein besonderes Centrum von grauer Substanz, den Lobus trigemini. Dadurch wird der Nerv von dem nächsten distalen Nerven, dem Facialis, different.

Trotz dieser Sonderung der dorsalen Gebilde der grauen Substanz finden wir jedoch bei den dorsalen Wurzeln der Kranialnerven dasselbe Verhalten wie bei den dorsalen Spinalnervenwurzeln. Die sensorischen Bahnen beider verbreiten sich über einen grossen Rayon der Oblongata. Die dorsalen Wurzeln aller segmentalen Kranialnerven zeigen mehr oder weniger ausgesprochene Beziehungen zur grauen Substanz der Lobi vagales. Diese Lobi, welche als eigentliche Centren des Vagus, Glossopharyngeus und Facialis auftreten, sind auch als Ursprungsquellen eines Theiles der sensorischen Bahnen des Trigeminus II zu betrachten. Diese Bahnen habe ich oben sub a) beschrieben. Für den Trigeminus I ist eine Verbindung mit den Lobi vagales durch das aufsteigende System γ gegeben (Aufsteigende Trigeminus-Bahn).

Ein Vergleich der von mir aufgezählten Komponenten der dorsalen Wurzeln zeigt eine gewisse Differenz der Bestandtheile bei den proximalen und distalen Nerven. Freilich sind diese Untersuchungen mit gewissen Schwierigkeiten verbunden und man kann niemals auf eine absolute Vollständigkeit derselben rechnen.

Die ventralen Wurzeln des Trigeminus I, II und des Facialis sind auch durch ihre centrale Ursprungsstätte von einander different. Dies beweist auch, dass wir den Trigeminus II als einen selbständigen segmentalen Nerv und nicht etwa als ein Derivat des Trigeminus I oder Facialis betrachten dürfen.

Die motorischen Wurzeln aller segmentalen Nerven von *Acipenser* bekommen einen Theil ihrer Bahnen von den hinteren Längsbündeln (sub b). Identisch verhalten sich auch die ventralen Wurzeln der Spinalnerven. Ferner habe ich für die ventralen Wurzeln des Vagus, Glossopharyngeus und Facialis in meiner früheren Arbeit angegeben, dass ein Theil ihrer Fasern durch die Fortsätze der motorischen Zellen der Vorderhörner geliefert wird. In dieser Beziehung besteht also kein Unterschied zwischen den Kranial- und Spinalnerven. In vorliegender Arbeit konnte ich dasselbe Verhalten zu den motorischen Zellen der Vorderhörner auch für die Fasern des Trigeminus I nachweisen. Gleichzeitig mit meiner Arbeit (6) erschienen die Untersuchungen von His (15 a b) über die Kranialnerven von menschlichen Embryonen. Was die thatsächlichen Befunde betrifft, so stimmen im Allgemeinen unsere Arbeiten mit einander überein. His hat aber beim Embryo des am meisten entwickelten Säugethieres nicht den Austritt der motorischen Fasern des Vagus, Glossopharyngeus und Facialis aus dem Vorderhorn nachweisen können. In Folge dessen ist auch seine Auffassung des segmentalen Werthes der Kranialnerven von der meinigen eine abweichende geworden. His glaubt, zwischen den segmentalen Kranial- und Spinalnerven bestehe der Unterschied, dass die ventralen Wurzeln der ersteren aus dem Seitenhorne (Zwischenzellen?), die ventralen Wurzeln der letzteren dagegen aus dem Vorderhorne kommen. Der einzige „Kranial-

nerv", welcher mit den Spinalnerven in dieser Beziehung übereinstimmen solle, sei der Hypoglossus, welcher als ein „Vorderhornnerv" zu bezeichnen sei.

Als Grundsatz der Methodik vergleichend-anatomischer Forschung gilt die Regel, dass wir als Ausgangspunkt für die Beurtheilung indifferenter Organisationsverhältnisse (Homodynamie der Kopfnerven) die primitivste uns zugängliche Form wählen müssen. Daher bringen, wie ich glaube, die Resultate einer Acipenser-Untersuchung besseres Material für die Lehre über die Homodynamie der Kranial- und Spinalnerven als eine Untersuchung an menschlichen Embryonen. Uebrigens sind in einer späteren Arbeit von Zimmermann (16) speciell für die Embryonen der Säuger (Mensch, Kaninchen) Vorderhornfasern für den Vagus und Glossopharyngeus nachgewiesen worden. Die Theorie der Seitenhornnerven stimmt demnach mit den thatsächlichen Befunden nicht überein.

Was die theoretischen Grundlagen betrifft, welche zu einer Widerlegung des „Seitenhornnerven"-Theorie dienen können, so sei hier auf die Erörterungen von Gegenbaur über den Hypoglossus (18, S. 61), welchen His als Vorderhorn-Kranialnerv betrachtet, hingewiesen. Ferner erwähne ich die kritischen Bemerkungen aus einer posthumen Arbeit von Sagemehl (17, S. 534, 540), wo unter Anderem folgender Passus besonders hervorzuheben ist: „Man kann den Vorgang, wie die Wurzeln des Hypoglossus allmählich unter den Vagus gelangen, auch in der Ontogenie der Säugethiere verfolgen, und verweise ich in dieser Hinsicht auf die von Froriep (19) gegebenen Abbildungen. Aus dieser Thatsache scheint hervorzugehen, dass die Lage des Hypoglossuskernes und der Wurzeln dieser Nerven zum Vagus eine sekundäre, im Laufe der Phylogenie erworbene ist" etc. — Es sind dies eben sekundär im Laufe der Phylogenie erworbene Einrichtungen, welche His irre geleitet haben. Im primitiven Zustande sind alle segmentalen kranialen und spinalen Nerven Vorderhornnerven, und der Hypoglossus ist durchaus kein kranialer Nerv.

II. Zur vergleichenden Anatomie der Oblongata von Acipenser ruthenus und Lota vulgaris.

Für die vergleichende Anatomie ist die Lösung der Frage von der Homodynamie der Kranial- und Spinalnerven an die Untersuchung der Kranialnerven eng gebunden. Daher findet man auch in den meisten Arbeiten, welche über die Kranialnerven handeln, mehr oder weniger glückliche Beiträge zur Lösung dieser Aufgabe. In einer Arbeit von Mayser (5), welche in jeder Hinsicht für unsere Kenntnisse der Anatomie des Gehirnes der Knochenfische als grundlegend zu betrachten ist, wird nebenbei diese Frage berührt. Nun sind aber die Knochenfische kein geeignetes Material, um uns einen indifferenten Zustand der Kopfnerven, den Zustand, wo dieselben den Typus der Spinalnerven noch völlig oder zum Theil erhalten haben, zu

zeigen. Als Endglieder des Evolutionsprocesses im Stamme der Fische zeigen die Teleostier, wie sich nachweisen lässt, tiefgreifende Umwandlungen der Kranialnerven, welche einen Vergleich mit Spinalnerven so gut wie ausschliessen. Erst wenn man diese umgeänderten Einrichtungen auf einen primitiven Typus, etwa eines Knorpelganoiden bezieht, wird es möglich, die Spuren des primitiven Zustandes auch bei Knochenfischen noch zu erkennen und ein Urtheil über die möglichen Ursachen der stattgefundenen Umwandelungen sich zu bilden.

Der spinale Typus, d. h. die Zusammensetzung eines Kopfnerven aus einer dorsalen, ein Ganglion tragenden und einer ventralen Wurzel, ist bei Acipenser für fünf Nerven, Vagus, Glossopharyngeus, Facialis, Trigeminus I und II vollkommen realisirt. Mit vollem Rechte sind daher diese Nerven als spinalartige oder als segmentale aufzufassen[1]). Alle übrigen, rein sensorischen oder rein motorischen Kopfnerven sind bei dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse nicht mit Spinalnerven zu vergleichen. Von einer anatomischen Untersuchung der Kranialnerven von *Heptanchus* ist vielleicht noch eine Aufklärung der Augenmuskelnerven zu erwarten.

Alle segmentalen Kranialnerven der Knochenfische, den Facialis ausgenommen, haben keine diskreten Wurzeln; sie entspringen als senso-motorische Stämme. Man trifft mitunter, dass die motorische Wurzel eines Nerven in den Stamm des nächstfolgenden Nerven gerathen kann. Die grössten Variationen beobachtet man, wie seit STANNIUS (3, S. 11 u. f.) bekannt, an den Stämmen des Trigemino-Facialis-Komplexes. Es ist, wie wir sehen werden, völlig irrthümlich, die Stämme, durch welche die Nerven aus der Oblongata bei Knochenfischen entspringen, Wurzeln zu nennen. Bei verschiedenen Formen kann ein und derselbe Nerv verschieden entspringen. So entspringt der Trigeminus II von *Lota* mit zwei Stämmen: der ventrale ist gemischt, der dorsale rein sensorisch. Bei *Esox* entspringt derselbe Nerv mit einem einheitlichen, gemischten Stamme. Durch alle diese sekundären Einrichtungen ist der primitive Typus der Kranialnerven bei den Knochenfischen völlig umgestaltet. Darin liegt auch die Ursache dafür, dass die für histologische Angaben so vorzügliche Arbeit von MAYSER nicht Vieles für die Frage von der Homodynamie der Kranial- und Spinalnerven, ausser einer Bestätigung von dem, was für den Vagus seit ROHON (20) bekannt wurde, liefern konnte.

Die Anwendung des Terminus „Wurzel“ ist bei MAYSER, wie ich finde, eine willkürliche. Dieser Terminus sollte bei Kranialnerven nur in demselben Sinne wie bei den Spinalnerven Anwendung finden. Auf Fig. 13 z. B. sind Tr. I *r d* u. Tr. II *r v* wirkliche Wurzeln des Trigeminus I von *Acipenser*, weil *r d* die Summe der sensorischen und *r v* die Summe der motorischen Komponenten oder Bahnen des Nerven

1) In letzter Zeit wurde mittelst der GOLGI'schen Technik ein gemischter Charakter der dorsalen Spinalwurzeln nachgewiesen (v. LENHOSSEK, 21). Einige motorische Fasern treten mit den dorsalen Wurzeln aus. Dieses Verhalten wird sich vielleicht auch für die Kranialnerven einer primitiven Form nachweisen lassen. Speciell für die Frage über die Homodymanie der Kranial- und Spinalnerven wäre aber dieser Nachweis nicht von grosser Bedeutung. Die Bestandtheile der dorsalen Wurzeln der Kranial- und Spinalnerven werden dabei als gemischte, die ventrale wird als rein motorische zu betrachten sein. Die in histologischer Hinsicht wichtige Entdeckung von v. LENHOSSÉK und CAJAL beeinträchtigt nur in gewissem Sinne den BELL'schen Lehrsatz.

darstellen. Mayser folgt zum Theil der Terminologie seiner Vorgänger und benutzt den Terminus Wurzel, wo es sich blos um eine Bahn oder einen Nervenkomponenten handelt.

Bei rein sensibeln Nerven, Opticus und Acusticus, werden ferner die Stämme, mit welchen diese Nerven vom Gehirn entspringen, auch „Wurzeln“ genannt (5, S. 309, 339). Der Trigeminus, welchen Mayser als einheitlichen Nerven betrachtet, besteht aus folgenden „Wurzeln“: a) aufsteigende Wurzel, b) absteigende Wurzel, c) dorsal gekniete Wurzel, d) transversale Wurzel. Als Homologon des Facialis ist nur die ventral gekniete Wurzel des Quintus aufgefasst (l. c. S. 304), wahrscheinlich weil der Facialis der Säugethiere ausschliesslich oder vorwiegend als motorischer Nerv auftritt. Aus der aufgezählten Reihe können bei Knochenfischen, wie später erörtert, nur die „ventral gekniete“ Wurzel des Quintus, sowie die „dorsal gekniete“ als ächte Wurzeln aufgefasst werden. Beide zusammen sind ein Homologon des zweiwurzeligen Facialis, i. e. des dritten segmentalen Nerven von *Acipenser*. Bei Knochenfischen treffen wir schon einen dysmetameren Zustand der Kranialnerven. Dieser Zustand dokumentirt sich in den oben erwähnten, bedeutenden Variationen der Stämme des Trigemino-Facialis-Komplexes. Auf Grund einiger Angaben (Ewart) glaube ich, dass auch bei höheren Selachiern eine Dysmetamerie der proximalen Kranialnerven nachzuweisen ist, und dass wir folglich nur von einer Untersuchung der Notidaniden Weiteres über den primitiven Zustand der Kranialnerven erwarten dürfen.

Die Oblongata von *Lota* ist von der dorsalen Seite auf Fig. 3 dargestellt. Die membranöse Decke ist abgetragen. Die Rautengrube (*V*) erscheint auffallend kurz. Das Epithel des Canalis centralis reicht jedoch in der Region der Gebilde *Lglph* (Lobi Glossopharyngei) bis zur dorsalen Mittellinie. Hier aber ist die Höhle des Ventr. IV durch die starke Entfaltung der grauen Substanzgebilde seitlich stark verengt und in Folge dessen spaltförmig.

In der Uebergangsstrecke zwischen Rückenmark und Oblongata erscheint auf Querschnitten allmählich die graue Substanz der Lobi vagales, welche bei *Lota* sich direkt in die medialen Abschnitte der Hinterhörner fortsetzt. Die lateralen Abschnitte der grauen Substanz der Hinterhörner setzen sich in die Oblongata fort, wo man dieselben lateral von den Lobi vagales bis zu den Querschnittsebenen der Gebilde *L. F.* (Lobi Facialis) verfolgen kann.

Die Lobi vagales sind eng an einander gelagert und stehen im innigsten Konnexe durch eine Reihe von Faserbündeln (Fig. 8). Die dorsalste Schicht dieser Faserkreuzungen ist als Commissura infima Halleri bekannt. Ich finde das Homologon dieser dorsal gekreuzten Bahnen in den Querschnittebenen der Calami scriptorii von *Acipenser*, wo dieselben die distalsten Abschnitte der Lobi vagales mit einander verbinden. Die meisten dieser Bahnen sind bei *Acipenser* marklos.

In der Strecke der Lobi vagales, welche auf Fig. 3 distal vom Gebilde *Lvg. imp.* liegen, trifft man diese Faserkreuzungen überall an. Zwischen den einzelnen Bündeln findet man Spalten und Höhlen, welche mit Epithel ausgekleidet und von

Bindegewebe erfüllt sind (Fig. 8). Dies sind Reste des ursprünglich vollkommen paarigen Zustandes der Lobi vagales. Der theilweise verschmolzene Zustand der Lobi, welchen wir auf Fig. 8 sehen, ist offenbar in Folge der allmählich in proximaler Richtung stattgefundenen Entfaltung der Commissura Halleri entstanden. Bei *Acipenser* ist diese Kommissur, wie bemerkt, nur auf das Gebiet des Calamus scriptorius eingeschränkt.

In den proximalen Abschnitten (*Lvg. imp.*) sind die Lobi vagales von *Lota*, wie Stieda angiebt (22, S. 28), vollkommen mit einander verschmolzen. In den mittleren Abschnitten derselben finde ich kein Epithel oder Bindegewebsschichten mehr; die graue Substanz ist vollkommen homogen. Ventral vom unpaarigen Lobus verläuft der Canalis centralis. Dieser unpaarige Abschnitt der Lobi liegt unmittelbar distal von den Austrittsebenen des Vagus, vgl. Schema (Fig. 2 *Vg*).

Die graue Substanz der Lobi geht kontinuirlich in die proximal liegenden paarigen Gebilde (*L. F.* und *Lglph.*) über. Die medialen Gebilde (*Lglph.*) sind die Ursprungsstätten der sensorischen Bahnen des Glossopharyngeus, sowie eines Theiles der Vagus-Bahnen, und können demnach als Lobi Glossopharyngei bezeichnet werden (vgl. Fig. 2 *Glph.* u. *Vg.*, Fig. 15 *Lglph.*). Aus den lateralen Gebilden *L. F.* sammeln sich die sensorischen Bahnen des Facialis (Fig. 15 *Fr. d*) und bilden dorsal-medial gelagerte Faserstränge, welche proximalwärts verlaufen (Fig. 2 *Fr. d*); *L. F.* sind also als Lobi Facialis aufzufassen. Die Lobi Facialis und Glossopharyngei sind durch eine Neurogliaschicht von einander abgetrennt. Diese Schichte ist nur stellenweise durch vereinzelte Nervenfaserzüge gekreuzt; sonst enthält dieselbe keine nervösen Elemente. Die Lobi Facialis sind bedeutend stärker als die Lobi Glossopharyngei entwickelt und reichen, wie aus Fig. 15 *L. F.* ersichtlich, weiter proximalwärts als die Letzteren. Die Querschnittebene der Fig. 15 trifft das vordere Endgebiet der Lobi Glossopharyngei.

Hier möchte ich nebenbei die Aufmerksamkeit der Histologen auf ein für das Studium der Neuroglia besonders günstiges Objekt lenken. An manchen Stellen der Oblongata von *Lota*, z. B. ventro-medial von den Lobi vagales (Fig. 8 *N*) und proximal von den vordersten Abschnitten der Lobi Glossopharyngei (Fig. 15 *N*), ventral von der distalen Kommissur der Cerebellarleisten (Fig. 3 *Ng*), trifft man grosse Strecken von isolirter Neuroglia an. An solchen Stellen kann man mit den gewöhnlichen Färbungsmethoden, sogar auch ohne Färbung (an differenzirten Weigert'schen Präparaten), die Neurogliaelemente, u. a. auch die merkwürdigen Spinnenzellen in ihren natürlichen Verhältnissen beobachten. Diese Stellen zeigen Bilder, welche glauben lassen, dass alle nervösen Elemente aus dem Neurogliagerüste sorgfältig ausgepinselt wären. Bei anderen von mir untersuchten Fischen fand ich nichts Aehnliches.

Proximal von den Lobi glossopharyngei verläuft quer durch die dorsale Mittellinie die Kommissur der Cerebellarleisten (Fig. 3 *Ng*). Durch diese Kommissur wird der Canalis centralis wieder ventralwärts abgedrängt. Der hintere Abschnitt der Kommissur enthält keine nervösen Elemente und besteht dorsal aus kompaktem Stützsubstanzgewebe, welches ventral allmählich in lockere Neuroglia übergeht. Der vor-

dere Abschnitt besteht dagegen aus Nervengewebe, dessen Struktur vollkommen mit der Struktur der Cerebellarleisten, i. e. mit der Struktur des Rindengewebes des Cerebellums identisch ist. Querzüge von marklosen Bahnen sind reichlich im nervösen Abschnitte der Kommissur vorhanden. Ich konnte nichts Sicheres über diese Bahnen ermitteln. Proximal divergiren plötzlich die Cerebellarleisten von einander, und so eröffnet sich der breite vorderste Abschnitt des Ventriculus IV.

Auf Fig. 3 ist das Cerebellum bis auf die Stelle, an welcher die Leisten (*CL*) in ihre seitlichen Theile übergehen, abgetrennt, Dorsal von den proximalsten Abschnitten der Leisten finden wir bei *Lota* keine Differenzirung grauer Substanz, welche mit dem Lobus trigemini (Fig. 4 *Lt*) von *Acipenser* zu vergleichen wäre. — Durch die Untersuchung der Struktur der Oblongata von *Lota*, zu welcher ich nun übergehe, wird dieser Unterschied erklärt.

Die graue Substanz der Lobi vagales von *Lota* ist, wie oben bemerkt, eine Differenzirung der medialen Abschnitte der Hinterhörner. Lateral von der Raphe posterior wird die feinkörnige Grundsubstanz der Hinterhörner kompakter. Auf den proximalen Querschnittebenen wächst ihr Volum beträchtlich; der laterale Abschnitt des Hinterhornes wird dadurch von der Mittellinie abgedrängt. Mittelgrosse Ganglienzellen sind in den Lobi spärlich zerstreut. Die reichlich vorhandenen kleinen runden Kerne gehören offenbar den Neurogliazellen zu. Die distalen Abschnitte der Lobi liegen in den Austrittsebenen des N. spinalis I. Bei *Lota* besitzt dieser Nerv beide Wurzeln (Fig. 5 *Sp I + II*). Die Fasern der dorsalen Wurzel sammeln sich aus dem lateral abgedrängten Hinterhorne, aber auch aus den medialen Abschnitten der grauen Substanz, welche dem Lobus vagi angehört. Diese Beobachtung beweist eine gewisse Gleichwerthigkeit in der Bildung der dorsalen Wurzeln der distalen Kranial- und proximalen Spinalnerven. In den distalen Abschnitten der Lobi sammeln sich feine Markfasern. Ein Theil derselben verläuft dorso-lateral (Fig. 8 *a*) und ventrolateral (*c*). Ein anderer Theil gruppirt sich in Bündel *b*, welche gegen die mediale Fläche des Lobus sich wenden, einen Theil dieser Fläche umkreisen, dann wieder lateral umbiegen und, durch die Substanz des Lobus verlaufend, dorso-lateralwärts ziehen. Aus den beschriebenen Fasern bilden sich in den proximalen Schnittebenen allmählich zwei Systeme von Längsbahnen. Ein System (*Sld*) verläuft dorsal von den Hinterhörnerresten, das andere ventral (*Slv*). Beide Systeme erscheinen als eine Fortsetzung der Hinter- und Seitenstränge der Rückenmarksregion in die Oblongata. Die Faserbahnen Beider erscheinen auf Querschnitten in einzelne grössere Bündel getheilt. Die Zahl dieser Abtheilungen variirt in verschiedenen Querschnittebenen beträchtlich. Man kann auch öfters einen Uebergang von grossen Fasermassen aus einer Abtheilung in die nächstliegende konstatiren. Auf C-Serien findet man, dass ein grosses Kontingent des ventralen Systems aus marklosen Fasern besteht. Letztere gelangen zum System aus den ventralen Abschnitten der Lobi vagales.

Ein grosser Theil der Bahnen beider Systeme besteht aus dorsal und ventral gekreuzten Fasern. Die dorsalen Faserkreuzungen geschehen, wie Mayser fand, in der Commissura Halleri (Fig. 8 *Com. inf. H.*) Die im Lobus der entgegengesetzten Seite

entstandenen Fasern durchziehen die Kommissur und gesellen sich zum System (*Sld*) der anderen Seite. Ich konnte das Verhalten mancher Bündel jedoch nicht ermitteln.

Ganz analoge Kreuzungen beobachtet man auf verschiedener Höhe der Raphe posterior. Es scheint mir danach unpassend, den Terminus Commissura Halleri nur auf die dorsalsten gekreuzten Bahnen anzuwenden Auf C-Serien findet man viele Kreuzungen von marklosen Bündeln.

Die ventralen Kreuzungen finden hauptsächlich in der Mauthner'schen Kommissur statt und sind am stärksten in den Austrittsebenen der Nerven entwickelt. Auf C-Serien ist leicht zu ermitteln, dass ein Theil der gekreuzten Fasern aus dem Vorderhorne der entgegengesetzten Seite kommt. Das Hauptkontingent bilden aber die Längsbahnen der Vorderstränge, welche gegen die Kommissur sich wenden. Der weitere Verlauf der gekreuzten ventralen Bahnen ist verschieden. Die meisten Bündel steigen lateral vom Lobus vagi hinauf und gesellen sich zu den dorsalen Abschnitten des Systems (*Sld*) Fig. 8 *d*). Auf C-Serien sieht man einen Theil der Bündelfasern sich medial wenden und in der Substanz des Lobus sich zerstreuen. Ein kleiner Theil der Bündel verläuft zum ventralen System (*Slv*. Fig. 8 *e*). In den distalen Abschnitten der Oblongata, aus welchen die Fig. 8 genommen ist, sind diese gekreuzten Bahnen schwach entwickelt. Viel deutlichere Bilder erhält man in den proximalen Querschnittebenen. In der Region, wo die Lobi vagales völlig mit einander verschmolzen sind (Fig. 3 *Lvg imp.*) erscheinen lateral vom Canalis centralis dichte Ansammlungen von motorischen Zellen (5, S. 298 Vaguskern von Stieda 22, S. 29). Diese Zellen liegen dorsal vom Vorderhorne, etwa wie Zwischenzellengruppen von *Acipenser*. Die Fortsätze dieser Zellen bilden einen Theil der motorischen Fasern des Vagus. Auf H-Serien sieht man, dass die gefärbten Markscheiden sehr nahe bis zu den Zellenkörpern reichen; der nervöse Fortsatz bekommt also eine Markscheide in der Nähe der Zelle. Eine andere Gruppe von Zellenfortsätzen bleibt wie bei *Acipenser* (Fig. 6, 7 *Fz*) marklos und bildet ein Faserbündel, welches, ventrolateral gerichtet, fast bis zur Oberfläche der Oblongata zu verfolgen ist. Ich konnte nicht ermitteln, ob ein Theil der motorischen Bündel des Vagus aus gekreuzten Fasern bestehe (5, S. 298).

Die motorischen Zellen der Vorderhörner sind in den Querschnittebenen des Vagus- und Glossopharyngeus-Austrittes reichlich vorhanden. Ich konnte jedoch die Fortsätze solcher Zellen nicht bis zu den austretenden motorischen Bündeln verfolgen. Die stark entwickelten Kreuzungen der Commissura Mauthneri erschwerten die Untersuchung der Verbindungen des Vorderhornes in dieser Region.

Unzweifelhaft liefern einen Theil der motorischen Bahnen des Vagus manche lateral sich wendende Fasern der hinteren Längsbündel.

Die feinfaserigen, sensorischen Komponenten des Vagus werden durch ein Faserbündel, welches aus den distalen Abschnitten des Lobus Glossopharyngei sich sammelt (vergl. Schema Fig. 2 *Vg*), ferner durch einen sehr grossen Theil der ventralen Bündel des Systems (Fig. 8 *Sdl*) gebildet. Dieser Komponent ist schon von Stieda beschrieben worden (22, S. 32).

Die sensorischen und motorischen Bündel verbinden sich schon vor dem Austritte des Nerven aus der Oblongata.

Der Vagus von *Lota* ist also folgendermaassen zusammengesetzt. Die sensorischen Bahnen bestehen:

a) aus Fasern, welche aus den distalen Abschnitten der Lobi Glossopharyngei sich sammeln. Bei *Acipenser* sind überhaupt noch keine Sonderungen der Lobi vagales in Lobi Glossopharyngei, Facialis und Vagales proprii vorhanden. Demnach herrscht bei dieser Form noch der völlig indifferente Zustand. Die Centra, aus welchen die sensorischen Bahnen der drei segmentalen Nerven sich sammeln, sind ungesonderte paarige Stränge von grauer Substanz, welche nur durch ihre Volumenverhältnisse von Hinterhornsäulen grauer Substanz sich unterscheiden. Bei Knochenfischen sind dagegen verschiedene Differenzirungen dieser grauen Substanzanlagen eingetreten, welche, wie wir gleich sehen werden, in verschiedenen Gruppen der Knochenfische sich verschieden verhalten können. Zu derselben Kategorie der Fasern rechne ich auch die ungekreuzten Bahnen des Systemes (*Sld*), welche in distalen Querschnittebenen aus den Lobi vagales sich sammeln.

b) Da ein Theil der Faserbahnen (*Sld*) in der Commissura Mauthneri sich kreuzt, so ist es sehr wahrscheinlich, dass ein Theil der sensorischen Bahnen von *Lota*, ebenso wie bei *Acipenser*, ventral gekreuzt ist. Die Untersuchung der Zusammensetzung der sensorischen Wurzel des Vagus ist bei *Acipenser* durch die sehr lange Abgangslinie des Nerven von der Oblongata sehr erleichtert. Daher konnte ich dort die Komponenten des Nerven genauer als bei *Lota* ermitteln.

Das motorische Bündel besteht aus:

a[1]) Fasern, welche durch die Fortsätze der motorischen Zellen gebildet werden;

b) aus Fasern der hinteren Längsbündel.

Die Zusammensetzungen der motorischen Bündel des Vagus von *Lota* und *Acipenser* sind demnach, abgesehen von den „Vorderhornfasern" letzterer Form, identisch.

Die centralen Verhältnisse des Glossopharyngeus der Knochenfische sind erst von Mayser bestimmt ermittelt worden (l. c. S. 303).

Die Bildung der Nerven ist vollkommen derjenigen des Vagus ähnlich. Die sensorischen Bahnen sammeln sich aus den proximalen Abschnitten der Lobi Glossopharyngei. Durch die Fortsätze der motorischen Zellen bildet sich ein dickfaseriges Bündel, zu welchem sich noch Fasern aus den hinteren Längsbündeln gesellen. Die Fasern des Nerven verlaufen eine kurze Strecke proximal, was Mayser für die Cyprinoiden beschreibt. Das sensorische Bündel wendet sich, etwas früher als das motorische, zur Austrittsstelle. Auf proximalen Querschnitten trifft man daher das fast isolirte motorische Bündel (Fig. 15 *Glphm.*). Es ist mir nicht gelungen, mit Sicherheit zu bestimmen, ob der Glossopharyngeus einen Theil seiner Fasern aus dem aufsteigenden System (Fig. 8 *Sld*) empfängt.

Die Längsbahnen (*Sld* und *Slv*) sind proximal von der Austrittsstelle des Vagus

bedeutend schmäler. Die Reste der Hinterhörner, welche die beiden Bahnen in distalen Ebenen von einander trennen, schwinden allmählich. Dadurch vereinigen sich *Sld* und *Slv* mit einander. Sie bilden kompakte Faserstränge, welche in einzelne nicht scharf von einander getrennte Bündel gruppirt sind. Dadurch entstehen die wichtigen aufsteigenden Bahnen (Fig. 15) *A. Tr. I* — die aufsteigende Trigeminus-Bahn — und *Sek. V. Tr. B.*, die sekundäre Vagus-Trigeminus-Bahn. Die Zahl und Anordnung der Faserbündel beider Bahnen variirt in verschiedenen Querschnittebenen, wie ich bei *Lota* gefunden habe (vgl. Fig. 15 u. 9). Die zwei ventralen Bündel bestehen aus feineren markhaltigen und vielen marklosen Fasern. Proximal von der Austrittsstelle des Trigeminus I wenden sich diese Bündel, wie Mayser beschreibt, dorsal und verlaufen zum Rindenknoten des Cerebellums (5, S. 318). Die zwei ventralen Bündel sind also die sekundäre Vagus-Trigeminus-Bahn. Diesen Terminus finde ich nicht vollkommen passend, weil ausser den oben beschriebenen Fasern, welche aus der grauen Substanz der Lobi vagales stammen (Fig. 8 *c*), die ventralen Bündel (*Sek. V. Tr. B*) auch Fasern aus den Lobi Glossopharyngei und Facialis erhalten (Fig. 15). Die sekundäre Bahn enthält also Komponenten aus den Ursprungsstätten der dorsalen Wurzeln aller distalen segmentalen Nerven. Wie oben erwähnt, wird die Bahn zum Theil auch aus gekreuzten Fasern gebildet (Fig. 8 *c*).

Die drei dorsalen Bündel *A. Tr. I* enthalten dickere Fasern; in proximalen Ebenen verschmelzen sie mitunter zu zwei Bündeln. Durch die ganze Strecke, welche von den proximalen Abschnitten der Lobi vagales bis zu der Austrittsstelle des Glossopharyngeus reicht, bekommt die aufsteigende Trigeminus-Bahn einen beständigen Zufluss von Fasern, welche zum Theile aus den Lobi Glossopharyngei et Facialis sich sammeln (Fig. 15 *a*), zum Theil aber aus der Commissura Mauthneri kommen. Letztere sind demnach gekreuzt. In proximalen Querschnittebenen sind also die Verbindungen der aufsteigenden Trigeminus-Bahn dieselben wie die Verbindungen der Längsbahnen *Sld* und *Slv* der distalen Ebenen der Oblongata.

Bekanntlich bildet die aufsteigende Trigeminus-Bahn den wichtigsten Bestandtheil der sensorischen Fasern des vordersten Stammes des Trigeminus (vgl. Schema Fig. 2 *A. Tr. I*).

Das System γ von *Acipenser* entspricht offenbar der aufsteigenden Trigeminus- und sekundären V. Tr. Bahn von *Lota* zusammengenommen. Beide Bahnen von *Lota* bilden sich wie das System γ von *Acipenser* zum Theil aus Fasern, welche aus den Lobi Vago-Glossopharyngeo-Facialis sich sammeln, zum Theil aus gekreuzten Fasern. Analog dem System γ von *Acipenser* geht ferner ein Theil der Bahn von *Lota A. Tr. I* in den vordersten Stamm des Trigeminus über, der Rest (*Sek. V. T. B.*) verläuft zum Cerebellum. Die Homologie dieser Bahnen ist unzweifelhaft.

Der vorderste Stamm des Trigeminus von *Lota* (Fig. 5, *Tr. I*), mit welchem die Bahn *A Tr. I* austritt, ist also dem Trigeminus I von *Acipenser*, dessen dorsale Wurzel zum Theil durch das System γ gebildet wird, homolog. Diese Homologie ist eine komplete; denn sie wird auch durch das Verhalten der motorischen Bündel bestätigt.

Ferner ist hier der niedrige Zustand der histologischen Differenzirung der homologen Bahn von *Acipenser* hervorzuheben.

Das System γ der primitiven Form ist nicht wie bei *Lota* in histologisch differente Abschnitte *A. Tr. I* und *Sek. V. Tr. B* (Fig. 9) gesondert, sondern besteht aus gleichartigen Fasern (Fig. 14, 4). Erst das Schicksal seiner Komponenten in den Austrittsebenen des Trigeminus I zeigt, welche Faserbündel als aufsteigende Trigeminus- und welche als sekundäre V. Tr. Bahn aufzufassen sind.

An der Austrittsstelle des Trigeminus I von *Lota* gelangt zu den austretenden Fasern eine von Stieda (22—33) nachgewiesene absteigende Bahn, welche vom Cerebellum kommt. Dieser Bestandtheil verläuft dorsal vom Rindenknoten sowie von der Sek. V. Tr. Bahn; er ist vollkommen mit den oben sub. c aufgeführten Komponenten des Trigeminus I von *Acipenser* zu vergleichen.

Eine aufsteigende Bahn bildet sich in den proximalen Abschnitten der Lobi vagales (Fig. 15 *A*, *Tr. II*). Die Fasern der Bahn verlaufen dorsal vom System O, welches nicht zu den Komponenten der Kranialnerven zu rechnen ist. Die peripher gelagerte Faserschichte *A. Tr. II* entsteht zum Theil aus ventral von der Commissura Mauthneri gekreuzten Bahnen, zum Theil aber, was ich jedoch nicht mit voller Sicherheit nachweisen konnte, aus Fasern, welche aus der grauen Substanz der Lobi Glossopharyngei und Facialis kommen. Der ventrale Abschnitt von *A. Tr. II* gesellt sich zu den austretenden Fasern eines Nerven, welcher als Homologon des Trigeminus II von *Acipenser* sich nachweisen lässt. Das Verhalten des betreffenden Systems ist sehr der aufsteigenden Trigeminus I-Bahn ähnlich (vergl. Fig. 2), und kann daher als aufsteigende Bahn des Trigeminus II bezeichnet werden. Der dorsale Abschnitt von *A. Tr. II* gesellt sich zu den austretenden Fasern des Acusticus.

Die dorso-lateralen Fortsetzungen der Lobi vagales (Fig. 15 *LF*) sind von mir als Lobi Facialis bezeichnet worden. Aus der grauen Substanz dieser Gebilde sammeln sich die aufsteigenden Stränge der sensorischen Bahnen des Nerven des Hyoidbogens des Facialis. Ihre Entstehung aus einem bei *Lota* gesonderten Abschnitte der grauen Substanz der Lobi vagales, ihr aufsteigender Verlauf in den dorso-medialen Abschnitten der Oblongata (Fig. 15 *Frd*), sowie das weiter unten beschriebene periphere Verhalten, zeigen eine vollkommene Uebereinstimmung mit den aufsteigenden Faserbahnen der sensorischen Wurzel des Facialis von *Acipenser* (vgl. Fig. 4 *Frd* mit *Frd* der Fig. 9).

Mayser (l. c. S. 299) bezeichnet die betreffenden Faserbahnen „dorsal gekniete Quintuswurzel"; diese Deutung ist unrichtig. Zu Mayser's Zeit war nämlich das peripherische Verhalten dieser Bahnen bei einer primitiven Form, sowie bei Knochenfischen gänzlich unbekannt; in Folge dessen entstand obige Deutung. Die aufsteigenden sensorischen Bahnen des Facialis sammeln sich hauptsächlich, wie gesagt, aus der grauen Substanz der bei *Lota* paarigen Lobi Facialis. Dies ist am leichtesten auf horizontalen H. Serien nachzuweisen. Die zufliessenden Faserbahnen sammeln sich allmählich in den dorsal-medialen Abschnitten der Lobi (Fig. 15 *Frd*),

wo sie in einzelne Bündel gruppirte Faserstränge bilden. Einen Theil ihrer Fasern bekommen die Stränge aus den Lobi Glossopharyngei. Dies beweist eine trotz der stattgefundenen anatomischen Sonderung der Lobi noch zum Theil erhaltene Gleichwerthigkeit derselben. Dabei erinnere ich an das oben erwähnte Verhalten eines Theiles der sensorischen Vagus-Fasern zum Lobus Glossopharyngei, welches auch den Nachweis für eine gewisse Gleichwerthigkeit dieser Lobi mit den Lobi vagales bei *Lota* giebt. Vollkommen gleichwerthig und morphologisch von einander ungesondert sind, wie aus obiger Darstellung ersichtlich ist, die Ursprungsstätten der sensorischen Wurzeln der drei distalen Kranialnerven bei *Acipenser*.

Ein anderer Theil der Fasern des sensorischen Facialis ist gekreuzt und kommt aus der Commissura Mauthneri.

Die graue Substanz der Lobi Facialis wird in proximalen Querschnittebenen allmählich durch die Stränge der aufsteigenden Bahnen des Nerven ersetzt. Hier bilden dieselben bilateral-symmetrische, runde Bündel, welche, im Niveau der Austrittsstelle des Nerven angelangt, lateral umbiegen und, von den austretenden Fasermassen des Trigeminus II begleitet, aus der Oblongata austreten (Fig. 9, 2 *Frd*). Ich fand bei *Lota* keinen Komponenten der dorsalen Wurzel des Facialis, welcher mit der vom Cerebellum absteigenden (oben sub c aufgeführten) Bahn von *Acipenser* zu vergleichen wäre.

Die sensibeln Bahnen des Facialis der Cyprinoiden (dorsal gekniete Quintus-Wurzel autor.) sammeln sich aus dem sogenannten Tuberculum impar (5, S. 299). In Folge der unrichtigen Deutung dieser Bahnen als Trigeminus-Bahnen wird dieses unpaarige Gebilde grauer Substanz auch als Lobus Trigemini bezeichnet. W i e i c h a u s e i g e n e r U n t e r s u c h u n g v o n G o b i o, A b r a m i s, T i n c a u n d C y p r i n u s e r f a h r e n h a b e, s i n d d i e s e „d o r s a l g e k n i e t e n Q u i n t u s - W u r z e l n“ v o l l k o m m e n d e n s e n s i b e l n B a h n e n d e s F a c i a l i s v o n *Lota* u n d *Acipenser* h o m o l o g; i c h s c h l a g e d a h e r v o r, d a s T u b e r c u l u m i m p a r d e r C y p r i n o i d e n i n L o b u s F a c i a l i s u m z u t a u f e n. D a b e i i s t a b e r z u b e m e r k e n, d a s s d a s T u b e r c u l u m i m p a r d e r O b l o n g a t a v o n *Lota* (Fig. 3 *Lvg.* imp.) n i c h t d e m g l e i c h n a m i g e n G e b i l d e d e r C y p r i n o i d e n h o m o l o g i s t. Ersteres ist der vorderste Abschnitt der grauen Substanz, aus welchem ein Theil der sensorischen Bahnen des Vagus sich sammelt. Letzteres ist dagegen das Centrum der sensorischen Bahnen des Facialis. Die Lobi Facialis von *Lota* sind, wie wir oben gesehen haben, paarige Gebilde (Fig. 15 *LF*).

Das motorische Bündel des Facialis von *Lota* bildet sich so, wie es Mayser für die Cyprinoiden beschrieb (5, S. 304 „ventral gekniete Wurzel des Quintus“). Die motorischen Zellen, deren Fortsätze sich in die Fasern des Facialis umwandeln, bilden auf jeder Seite der Oblongata je zwei sehr nahe und nicht scharf von einander getrennte Gruppen. Ihrer Lage nach gehören diese Zellengruppen offenbar zu den motorischen Zellen des Vorderhornes; sie liegen ventral von der Commissura Mauthneri und begeben sich zu den hinteren Längsbündeln, denen sie sich zugesellen. Von den Fasern dieser Bündel sind die des motorischen Facialis leicht

durch ihre etwas geringere Dicke und auch dadurch, dass sie einen gut abgegrenzten Strang bilden, zu unterscheiden.

Mit den hinteren Längsbündeln verlaufen die motorischen Facialisbahnen eine kurze Strecke proximalwärts (Fig. 2 *Fr. v.*), um dann plötzlich lateral sich zu wenden, die secundäre VT-Bahn zu durchziehen und als ventrale Wurzel des Facialis auszutreten (Fig. 5 *Fr. v.* Fig. 9). Das centrale Verhalten des motorischen Facialis von *Lota* und *Acipenser* ist also identisch.

In den Austrittsebenen des Acusticus, Trigeminus II und Facialis wird das histologische Bild der Oblongata sehr komplicirt. Der Schnitt Fig. 9 fällt etwas proximalwärts von der Austrittsstelle des Acusticus (*Ac*). In derselben Querschnittsebene wie der sensorische Facialis (*Fr. d*) treten auch die Bahnen des Trigeminus II aus der Oblongata (*Tr. II R* und *H*). Eine Gruppe von zerstreuten motorischen Zellen (*C. T. II m*) liegt medial von den aufsteigenden Bahnen *A. Tr. I* und *Sec. V. Tr. B.* Ein Theil der Fortsätze dieser Zellen (*F Z*) ist ventro-lateral gerichtet und bildet ein Bündel von marklosen Fasern, wie es für die Gruppen der motorischen Zellen des Vagus und Glossopharyngeus von *Lota* und *Acipenser* beschrieben ward (Fig. 6, 7, *F Z.*) Ein anderer Theil der Fortsätze gesellt sich zu den austretenden Fasern des Stammes *Tr. II H.* des Trigeminus II. Die Zellengruppe *C. T. IIm* ist also das motorische Centrum des Trigeminus II und entspricht der Zellengruppe *C. T. IIm* in Fig. 4 von *Acipenser*. Dies ist der von Stieda beschriebene hintere Trigeminus-Kern (22, S. 30).

Ferner bekommen beide Stämme des Trigeminus II ein Kontingent von gekreuzten Fasern aus der Commissura Mauthneri. Ventro-lateral von denselben verlaufen einige zerstreute Faserbündel (*k*). Diese kommen aus den hinteren Längsbündeln; ein Theil derselben gelangt zu den austretenden Fasern des Trigeminus II. Zum ventralen Stamme Trigeminus II *H.* gesellt sich ferner ein Theil der oben beschriebenen aufsteigenden Bahn (Fig. 15 *A. Tr. II*). Der dorsale Abschnitt derselben gehört zum Acusticus.

Das Hauptkontingent des dorsalen Stammes (Fig. 9 *Tr. II R.*) sammelt sich aus einem besonderen Centrum grauer Substanz, welches den Knochenfischen eigenthümlich ist. Das Gebilde liegt proximo-lateral von den proximalsten Abschnitten der Cerebellarleisten, wo dieselben umbiegend zum Cerebellum steigen (Pedunculi cerebelli autor.).

Auf den Pedunculi cerebelli von *Lota* sind flache und breite Vorsprünge vorhanden (Fig. 3 *Kg.*). Diese bestehen aus einer Lage von Körnergewebe von der Struktur, welche das Cerebellum zeigt. Unmittelbar ventral von diesen Gebilden liegen die betreffenden Centra. Die Struktur der Centren ist im Allgemeinen sehr der Struktur der Lobi trigemini von *Acipenser* ähnlich (Fig. 4 *Lt.*). In einem ziemlich lockeren feinkörnigen Grundsubstanzgewebe sind viele mittelgrosse Ganglienzellen zerstreut. In den proximalen Abschnitten des Ganglions erscheinen feine markhaltige Fasern, welche sich distal in Bündel gruppiren. Diese Bündel bilden das Hauptkontingent des Stammes (*Tr. II R.*); viele gelangen aber auch zum ventralen Stamme (*Tr. II H.*).

Zur Beurtheilnng der beschriebenen Centra von *Lota*, welche auch bei *Esox* dasselbe Verhalten zeigen, haben wir Folgendes zu bemerken:

1. Aus jedem Centrum sammelt sich ein sehr grosses Faserkontingent eines Nerven, welcher weder mit dem Facialis noch mit dem Trigeminus I (vergl. unten) von *Acipenser* zu vergleichen ist.

2. Die Struktur der Centra ist sehr der Struktur der Lobi trigemini von *Acipenser* ähnlich.

3. Bei *Acipenser* treffen wir ventro-lateral von den Pedunculi cerebelli keine Gebilde von grauer Substanz, welche den von *Lota* zu vergleichen wären.

4. Bei Knochenfischen dagegen finden wir dorsal von den Cerebellarleisten keine Gebilde, welche den Lobi trigemini von *Acipenser* zu vergleichen wären. Daraus ziehe ich den Schluss, dass die beschriebenen Centra von *Lota* den Lobi trigemini von *Acipenser* homolog sind. Bei den Knochenfischen sind diese Lobi proximo-lateral von den Cerebellarleisten verschoben, in Folge dessen fällt ihre Lage in die Querschnittebenen der Pedunculi cerebelli. Bei *Acipenser* liegen die Lobi unmittelbar distal von den Pedunculi cerebelli.

Diese Homologie wird noch durch folgendes Verhalten der Bogenfasern bestätigt. Es war oben beschrieben, dass der Lobus trigemini von *Acipenser* (Fig. 4) in gewissen Verbindungen mit der Bogenfaserbahn (*bft*), welche medial von den Cerebellarleisten verläuft, stehe. Diese Bogenfaserbündel liegen unter dem Ependymepithel und durchziehen in ihrem Verlaufe das Gewebe der Cerebellarleisten bei *Acipenser* nicht. Bei Knochenfischen ist, wie angenommen, eine proximo-lateralwärts gerichtete Verschiebung des Lobus trigemini zu Stande gekommen. Infolge dessen durchziehen die homologen Faserbahnen das Gewebe der Pedunculi cerebelli, indem sie einen kürzeren Weg zum Centrum einschlagen (vgl. Fig. 9 *bft*). Die meisten Bündel der Fasern (*bft*) verlaufen ventral vom Gewebe der Cerebellarleisten und bilden schief gegen den Lobus trigemini aufsteigende Bahnen. Bei diesen letzteren hat sich also das definitive Verhalten schon hergestellt.

Proximal vom Facialis und Trigeminus II entspringt mit einem senso-motorischen Stamme der Trigeminus I (Fig. 5 *Tr. I*). Wie oben erörtert, wird das Hauptkontingent der sensorischen Bahnen des Nerven durch die aufsteigende Trigeminus-Bahn (*A. Tr. I.*) geliefert. An der Austrittsstelle des Nerven gelangt zu dieser Bahn ein vom Cerebellum absteigendes System. Das motorische Bündel wird durch zwei sehr nahe an einander liegende Gruppen von motorischen Zellen geliefert. Das motorische Bündel, welches von der distalen Zellengruppe geliefert wird, durchzieht die proximale Zellengruppe und bekommt dabei einen Faserzufluss von derselben. Die beiden, sehr nahe an einander liegenden Zellengruppen sind offenbar der vordere Trigeminus-Kern von Stieda (22, S. 31). Das durchaus einheitliche motorische Bündel des Trigeminus I (Transversale Wurzel des Quintus von Mayser l. c. S. 305) wird noch durch Bahnen, welche aus dem hinteren Längsbündel kommen, verstärkt. Das so gebildete motorische Bündel schliesst sich noch intracerebral an die ventro-mediale

Seite des sensorischen Bündels an, und beide zusammen treten als einheitlicher Stamm aus der Oblongata (vergl. Fig. 2 *Tr. I rv.*)

Eine Uebersicht der Komponenten des Trigeminus-Facialis-Komplexes von *Lota* zeigt uns, dass der distalste Nerv des Komplexes, der Facialis, sowie der proximalste, der Trigeminus I, am vollständigsten mit den Verhältnissen derselben Nerven von *Acipenser* übereinstimmen.

Für den Facialis von *Lota* haben wir die folgenden Komponenten zu nennen. Die Elemente der dorsalen Wurzel werden geliefert:

a. durch Fasern, welche aus den proximalen gesonderten Abschnitten der grauen Substanz der Lobi vagales sich sammeln (Lobi faciales, z. Th. Lobi glossopharyngei) — dorsale gekniete Quintus-Wurzel (autor.);

b. durch gekreuzte Bahnen, welche aus der Commissura Mauthneri stammen, i. e. wie bei *Acipenser* durch Bogenfasern.

Einen vom Cerebellum absteigenden Komponenten konnte ich bei *Lota* nicht nachweisen. Ich glaube jedoch, dass trotz dieses Unterschiedes die Uebereinstimmung der übrigen Komponenten eine sichere Vergleichung der Bahn (Fig. 4 *Frd*) von *Acipenser* mit Fig. 2 und 9 *Frd* von *Lota* gestattet. Es kann kein Zweifel über die Homologie der motorischen Bahnen des Nerven von *Lota* (ventrale gekniete Wurzel des Quintus autor.) und von *Acipenser* bestehen. Ueberhaupt kann man für alle Nerven des Komplexes annehmen, dass die Komponenten der motorischen Bahnen von *Acipenser* und *Lota* mehr mit einander übereinstimmen als die der sensorischen. Dies kann auf dem bekannten, grösseren Konservatismus der motorischen Nerven im Vergleiche mit den sensorischen beruhen.

Der Vergleich der Komponenten des Trigeminus I von *Lota* und *Acipenser* bietet keine Schwierigkeiten.

Die aufsteigende Trigeminusbahn von *Lota* (Fig. 2, 9 *A Tr. I*) entspricht dem lateralen Abschnitte des Systems γ von *Acipenser* (Fig. 14), welcher einen Theil der dorsalen Wurzel des Trigeminus I bildet. Die sekundäre Vagus-Trigeminus-Bahn von *Lota* entspricht dem medialen Abschnitte des Systems γ von *Acipenser* der Fig. 13 γ. Beide Systeme zeigen dasselbe Verhalten zum Cerebellum. Ein vom Cerebellum absteigender Komponent der dorsalen Trigeminus I-Wurzel ist bei *Lota*, sowie bei *Acipenser* nachzuweisen. Die motorischen Bahnen, „transversale Quintus-Wurzeln“ (autor.), sind bei *Lota* und *Acipenser* vollkommen identisch gebildet.

Der Vergleich des mittleren Nerven des Komplexes, des Trigeminus II, beider Formen ist mit grösseren Schwierigkeiten verbunden. Die Homologie wird jedoch durch die motorischen Bahnen, welche bei beiden Formen durch besondere motorische Centra sowie durch die hinteren Längsbündel geliefert werden, festgestellt. Die Bestandtheile der dorsalen Wurzel des Trigeminus II von *Lota* bestehen aus folgenden Bahnen:

a. aus Fasern, die aus einem Centrum grauer Substanz sich sammeln, welches dem Lobus trigemini von *Acipenser* zu vergleichen ist;

b. aus den in der Commissura Mauthneri gekreuzten Bahnen, welche mit den

oben sub b. für *Acipenser* giltigen Bogenfasern zu vergleichen sind. Den für *Acipenser* sub d. angegebenen Komponenten der dorsalen Wurzeln des Trigeminus I und II fand ich bei *Lota* nicht.

Die aufsteigende Bahn (Fig 2 und 15 *A. Tr. II*) von *Lota* ist kaum mit irgend einem Bestandtheile der dorsalen Wurzel des Trigeminus II von *Acipenser* zu vergleichen. Die Homologie der Stämme des Trigeminus II von *Lota* und *Acipenser* scheint mir jedoch durch das identische Verhalten der motorischen Bahnen, sowie durch den Nachweis eines mit dem Lobus Trigemini von *Acipenser* bei *Lota* vergleichbaren Centrums genügend gesichert.

III. Die Stämme des Trigemino-Facialis-Komplexes.

Der Trigeminus II von *Lota* entspringt, wie oben erwähnt, in derselben Querschnittebene wie der Facialis r. dorsalis mit zwei Stämmen: einem dorso-medialen *Tr. II R.* und einem ventro-lateralen *Tr. II H.* Etwas distal und ventral von diesen Nerven entspringt die schmale motorische Wurzel des Facialis (Fig. 5 *Frv.*) An die Wand der Oblongata eng angeschlossen, verläuft dieser Nerv eine kurze Strecke proximalwärts und ventral von den austretenden Fasern des Acusticus, dann wendet er sich lateral und gesellt sich zum ventralen Stamme des Trigeminus II (*Tr. II. H*). Die feinfaserige dorsale Wurzel des Facialis liegt ventro-medial von den Stämmen des Trigeminus II (Fig. 9, 5 *Frd.*).

Der Trigeminus I entspringt ventral und proximal von den übrigen Nerven des Komplexes Fig. 5 *Tr. I* mit einem Stamme. Das dickfaserige, motorische Bündel des Nerven ist dem Stamme ventro-medial eng angeschlossen. Auf nach Weigert gefärbten Serien sind die Fasern dieses Bündels jedoch leicht von den übrigen zu unterscheiden.

Etwas proximalwärts von den Austrittsebenen des Trigeminus I erscheint auf Querschnitten das Ganglion des Facialis (Fig. 10 *F*). Aus ihm entspringt der N. Weberi (*NWb*). Seine Fasern sind spiralförmig durch einander gewunden. Der Nerv umkreist ventral den zusammengesetzten Stamm (*Tr. II H.* + *Frv.*), von welchem er, wie auf der Figur dargestellt, einen dicken Konnektivast bekommt. Weiter distal gesellt sich zum N. Weberi ein zweites Konnektiv vom Trigeminus I. Der N. Weberi wird also durch Fasern aller segmentalen Nerven des Komplexes gebildet.

Von den ventralen Abschnitten des Facialis (*r. d.*) entspringt weiter distal eine variirende Zahl von Aesten (Fig. 12 *Pt*). Im weiterem Verlaufe bilden diese den Stamm des N. palatinus. In denselben Querschnittebenen sendet der Trigeminus II einen Ast ab, welcher dorso-medial verläuft. Es ist der N. ophthalmicus superficialis. In der Nähe des Austrittes der Nerven aus der Schädelhöhle (Fig. 12) trennen sich vom Trigeminus I sowie vom Facialis die Bündel Opr_1 und Opr_2. Diese Bündel

vereinigen sich distal zu einem einheitlichem Stamme, dem N. ophthalmicus profundus. Die beiden Nerven, N. ophth. profundus und superficialis, schliessen sich eng an einander, um in die Orbita zu verlaufen.

Gleich nach seinem Austritte aus der Schädelhöhle wendet sich der ganze Stamm des Trigeminus II (*Tr. II H*), sowie die diesem Stamme angeschlossene ventrale Wurzel des Facialis lateral (Fig. 12); zu diesen Nerven gesellt sich noch ein Theil der sensorischen Facialisfasern (*F*) und etwas weiter distal ein dicker Ast des Trigeminus I (*Tr. I*). Der aus diesen drei Komponenten gebildete Nerv ist der Ramus hyoideo-mandibularis (*R. H. m.* Fig. 5).

Es wäre wichtig, zu ermitteln, ob die motorischen Fasern des Trigeminus I zum R. hyoideo-mandibularis sich gesellen oder nicht. Durch direkte Beobachtung konnte ich leider den Uebergang der motorischen Fasern in den Ast nicht mit Sicherheit nachweisen. Die grossen Ganglienmassen, welche in den Bahnen des Nerven eingeschaltet sind, stören die Beobachtung sehr. Mir scheint aber doch ein Uebergang von motorischen Fasern aus folgendem Grunde sehr wahrscheinlich. Proximal von der Abgangsstelle des Astes zum R. hyoideo-mandibularis erfährt das motorische Bündel allmählich eine Umlagerung, Die in der proximalen Strecke des Trigeminus I medial gelagerten, motorischen Fasern ändern ihre Lage in der Nähe der Abgangsstelle des Astes zum R. hyoideo-mandibularis in eine laterale um. Diese Umlagerung begründet meine Annahme, dass ein Theil der motorischen Bahnen zum lateral sich abzweigenden Aste verlaufe.

Distal von der Abgangsstelle des R. hyoideo-mandibularis schliessen sich allmählich die Stämme des Trigeminus I und Facialis an einander (Fig. 11). Ehe aber eine komplete Fusion beider Nerven stattfindet, sendet der Trigeminus I den *Ram.* bezeichneten Ast ab. Es ist der Muskelast zum Adductor mandibulae. Zwei oder drei dorsale Bündel des Trigeminus I (Fig. 11 *Tr. I R.*) zweigen sich ferner ab und bilden einen einheitlichen Stamm, welcher ventro-lateral vom Stamme (*Tr. II R*) verläuft.

In der kranialen Verlaufsstrecke der beschriebenen Nerven sind zahlreiche Ganglienzellen eingelagert, welche auf H-Serien als hellrothbraune Flecke (*G*) erscheinen (Fig. 10—12).

Nach seinem Austritte aus der Schädelhöhle besteht der Nervenkomplex aus folgenden Aesten:

1. alle drei segmentalen Nerven des Komplexes bilden den Ram. hyoideo-mandibularis (*RHm.* Fig. 12, 5);

2. dorso-medial verlaufen die beiden eng an einander gelagerten Ophthalmici (*Os*, *Opr.* Fig. 1, 5, 11);

3. ventro-lateral ziehen zwei eng an einander angeschlossene Stämme: a) der dorsale (Fig. 11, *Tr. II R.*), von welchem sich ein Ast (*Tr. II R'*) abzweigt, b) der ventrale (Fig. 11, *Tr. I R*). Diese Nerven verlaufen am Boden der Orbita nach vorn (Fig. I *Tr. II R.* rother Nerv, *Tr. I R* blauer Nerv). Beide zusammen bilden den N. maxillaris superior von Stannius (Fig. 5, *Mxs*). Richtiger wäre, wie weiterhin erörtert wird, nur den blauen Nerv als N. max. superior aufzufassen.

4) ventro-lateral verläuft ein Nerv, welcher aus den Fasern des Trigeminus I und Facialis besteht (Fig. 11, *F. Tr. I*). Es ist der N. maxillaris inferior, (Fig. 1 u. 5 *Mxi*).

5) Diesem Nerven eng angeschlossen verläuft der durch die Fasern des Trigeminus I gebildete Muskelast zum Adductor mandibulae (Fig. 11, *5 Ram*).

6) ventro--medial und dem Rande des Parasphenoids entlang zieht nach vorne der durch die sensiblen Fasern des Facialis gebildete N. palatinus (Fig. 1, 5, 11, 12 *Pt*).

Ich habe vier nach WEIGERT gefärbte und zwei mit Osmiumsäure geschwärzte Nervenkomplexe von *Lota* untersucht. Diese Serien zeigen einige unwesentliche Varianten. Auf einigen Serien z. B. entspringt der N. ad adduct. mandibulae etwas mehr distal von den vereinigten Stämmen des Trigeminus I und Facialis. Der Ast wird jedoch durch die dorso-laterale Portion der Fasern des Nervenstammes gebildet und gehört demnach ohne Zweifel dem Trigeminus I zu.

Die Untersuchung der Nervenstämme des Komplexes ergiebt also folgende Resultate:

Der motorische Facialis gesellt sich bei *Lota* nicht zu der ihm zugehörigen Wurzel, sondern zu einem senso-motorischen Stamme, welcher dem nächstfolgenden segmentalen Nerven, dem Trigeminus II, angehört. Beide zusammen liefern einen Komponenten des R. hyoideo-mandibularis, zu welchem noch Fasern aus der sensorischen Wurzel des Facialis und Trigeminus I sich hinzugesellen. Ein Zufluss der motorischen Fasern aus dem Trigeminus I ist wahrscheinlich.

Der N. Weberi besteht aus Fasern, welche durch alle drei Nerven des Komplexes geliefert werden.

Der N. ophthalmicus superfic. von *Lota* ist ein Ast des Trigeminus II. Der N. ophth. prof. besteht aus Fasern des Trigeminus I und Facialis.

Der N. palatinus ist ein Ast des Facialis.

Ausser *Lota* wurde von mir der Trigemino-Facialis-Komplex von *Esox* untersucht. Die Knochen erschweren hier die Präparation. Ich verfertigte daher einige Serien durch mit Osmiumsäure geschwärzte und in toto gefärbte Köpfe von 2 cm langen Thieren. Auf diesen Serien fand ich gleichfalls, dass der R. hyoideo-mandib. dieser Form durch alle drei segmentalen Nerven des Komplexes gebildet wird.

Der Ophthalmicus superficialis ist ein Ast des Trigeminus II, der Ophth. prof. wird durch den Trigeminus I geliefert. Ich konnte jedoch bei *Esox* nicht mit Sicherheit nachweisen, ob zu diesem Nerven ein Faserbündel des Facialis sich gesellte.

Beide Nn. ophth. sind eng an einander angeschlossen. In der hinteren Hälfte der Orbita kann man jedoch beide Nerven bei erwachsenen Fischen leicht von einander sondern.

Der N. palatinus gehört wie bei *Lota* ausschliesslich dem Facialis an; er entspringt in der Schädelhöhle und gelangt durch ein Loch des Petrosum in den

Augenmuskelkanal, wo er eine Strecke weit verläuft, bevor er die Orbitalregion erreicht.

Für die vorliegende Arbeit habe ich neue H.-Serien durch den Trigemino-Facialis-„Komplex“ von *Acipenser* verfertigt. Die Untersuchung derselben bestätigte meine früheren Angaben (l. cit. S. 477 u. f.). Ein Vergleich dieser Angaben mit dem, was für *Lota* und *Esox* ermittelt wurde, ergiebt Folgendes:

Alle drei Nerven des Komplexes bestehen bei *Acipenser* aus dorsalen feinfaserigen, Ganglien tragenden und aus ventralen, dickfaserigen Wurzeln. In einiger Entfernung von der Wand der Oblongata vereinigen sich die entsprechenden Wurzeln und bilden gemischte Nervenstämme. Dieser primitive Charakter der Nerven des Komplexes ist also bei den Knochenfischen, bei welchen die Trigemini I und II als senso-motorische Komplexe entspringen, verwischt.

Der N. ophth. superf. ist wie bei Knochenfischen ein Ast des Trigeminus II. Der N. ophthalmicus profundus von *Acipenser* ist ausschliesslich ein Ast des Trigeminus I und ist demnach kein vollkommenes Homologon des gleichnamigen Nerven von *Lota*, welcher Elemente des Facialis enthält. Der R. oticus (7, S. 23) ist bei *Acipenser* ein Ast des Facialis und des Trigeminus II und kann demnach auch nicht mit dem N. ophthalmicus prof. der Knochenfische direkt verglichen werden.

Der R. hyoideo-mandibularis von *Acipenser* ist nur von Fasern der beiden hinteren (distalen) Nerven des Komplexes, Facialis und Trigeminus II, gebildet (l. c. 478 u. f. S. 481 u. Taf. XXIII, Fig. 82, *Hy*[1]). Bei Knochenfischen (*Lota*, *Esox*) bekommt dieser Nerv auch Fasern aus dem vordersten (proximalsten) Nerven des Komplexes, aus dem Trigeminus I.

Aus diesem Verhalten des Nerven bei Knochenfischen schliesse ich, dass der Suspensorial-Apparat (Hyomandibulare) dieser letzteren, im Vergleiche mit Ganoiden, nach vorne (oralwärts) verschoben ist und in Folge dessen in das Innervationsgebiet des nächstfolgenden vorderen segmentalen Nerven, Trigeminus I, gerathen sei.

Lota und *Esox* sind für eine allgemeine Beurtheilung der hier durch das Verhalten der Nerven nachgewiesenen Verschiebung des Suspensorial-Apparates bei höheren Fischen interessante Formen. Bei diesen mit grossen Rachen versehenen Raubfischen konnte man am wenigsten eine oralwärts gerichtete Verschiebung anzutreffen erwarten.

Zieht man die stark entwickelten Mundwerkzeuge und deren Muskulatur in Betracht, so sollte man eher an eine Verschiebung des Hyomandibulare in die Occipital-Region des Schädels denken.

Diese Verhältnisse werden aber bei Raubfischen nicht durch eine distalwärts gerichtete Verschiebung, sondern durch eine wirksamere Einrichtung ausgeglichen, nämlich durch die Ausdehnung der Hyomandibular-Gelenkfläche in die Occipital-

region, bis in das Gebiet des Os squamosum. Die hier in Betracht kommenden Verhältnisse sind in einer Arbeit von Sagemehl durch eine Reihe von Characiniden-Schädeln näher illustrirt (9, S. 63). Diese Reihe beweist, dass bei Schlamm fressenden Formen (*Citharinus*) die Hyomandibular-Gelenkfläche sich in den vorderen Abschnitten der Postorbitalregion koncentrirt. Bei Raubformen dagegen dehnt sich diese Fläche weiter distal in die Occipitalregion des Schädels aus (*Erythrinus*). Auf Taf. II Fig. 2 (Sagemehl loc. cit.) ist die ventrale Fläche des Schädels von *Citharinus* dargestellt. Die überknorpelte Hyomandibular-Gelenkpfanne dieser Form ist auf das Petrosum und Postfrontale beschränkt. Bei der Raubform *Hydrocyon* (Fig. 13) dagegen greift die Gelenkpfanne auf das Gebiet des Squamosum über. Auf dem vorderen Abschnitte derselben erscheint die callöse Verdickung, welche, wie Sagemehl betont (l. cit. S. 64), eine so wichtige Rolle für die Bewegungsart am Gelenke bei Raubformen spielt. Bei den mit grossem Rachen versehenen *Erythrinus* (Taf. I, Fig. 2) sind diese Verhältnisse noch weiter vorgeschritten. Am Hyomandibulare der von mir untersuchten Raubformen treffen wir also zwei Einrichtungen, welche auf den ersten Blick zu entgegengesetzten funktionellen Bedingungen angepasst zu sein scheinen. Die für Raubfische vortheilhafte Ausdehnung der Hyomandibular-Gelenkfläche auf die Occipitalregion ist bei *Lota* und *Esox* scharf ausgesprochen. Die Innervation des Hyoidapparates beweist ausserdem eine Verschiebung dieses Apparates nach vorn. Wie lässt sich diese letztere Verschiebung erklären?

Bei Ganoiden und Knochenfischen wird bekanntlich das primitive Verhalten des Visceralapparates, bei welchem die Visceralbögen ihre Lage an der Basis Cranii bewahren, sekundär wieder erreicht (Vgl. Gegenbaur 1, S. 254 u. f. 2, S. 536). Die Kiemenbögen verschieben sich dabei nach vorne. Bei Ganoiden finden wir aber im Vergleiche mit Selachiern auch eine Verschiebung der vordersten Glieder des Visceralapparates. Das Cranio-Hyomandibular-Gelenk, welches bei Selachiern weit distal vom Postorbitalfortsatze liegt, wandert bei Knorpelganoiden oralwärts und liegt unmittelbar distalwärts vom Postorbital-Fortsatze (vgl. 10, S. 13). Bei Knochenfischen scheint die Verschiebung, wie die Innervation des Hyoidbogens zeigt, noch weiter zu gehen. Dasselbe Verhalten der Nerven konnte aber vielleicht ohne Verschiebung des Hyomandibulare zu Stande kommen? In Folge der starken Entwickelung der Muskulatur, welche die Insertionsfläche am vordersten Abschnitte des Hyomandibulare findet, konnte dieser Abschnitt, wie Sagemehl meint, sich allmählich stärker entwickeln, um schliesslich bis zum postorbitalen Fortsatze seine Gelenkfläche auszudehnen (8, S. 213). Dadurch konnten auch die vordersten Abschnitte des Hyomandibulare in das Innervationsgebiet des Trigeminus I gerathen, und das Verhalten der Nerven würde ohne die Annahme einer Wanderung des Skelettstückes seine Erklärung finden. Dieser Erklärungsversuch ist unzutreffend. Auf die Entwickelung der Muskulatur ist nicht die Ausdehnung der Hyomandibular-Gelenkfläche auf den Postorbitalfortsatz zurückzuführen. Dies lässt sich leicht anatomisch sowie ontogenetisch nachweisen. Eher ist die distale Ausdehnung des Knochens durch diesen Faktor zu erklären.

In typischen Fällen besteht das Hyomandibulare bekanntlich aus einem dickeren stumpfwinkelig gebogenen, axialen Theile und zwei lamellösen Flügeln. Der ventrale Rand des vorderen Flügels ist durch eine Nath mit dem Metapterygoid verbunden. Der dorsale Rand erreicht die Artikulation des Knochens mit dem Postfrontale nicht. Diese Artikulation ist durch das dorsale Endstück des axialen Theiles gebildet. Der dorsale Rand des hinteren Flügels artikulirt mit dem Squamosum und trägt auf seinem dorso-distalen Winkel den Processus opercularis. Der hintere Flügel dient als Insertionsfläche für das System der Mm. operculares und ist sehr wahrscheinlich zum Theil im Dienste dieser Muskulatur entstanden, Der vordere Flügel, welcher ohne Zweifel im Dienste des M. adductor mandibulae sich entfaltete, erreicht, wie gesagt, das Postfrontale nicht. Als primär für die Knochenfische ist die Artikulation des axialen Theiles des Hyomandibulare mit dem Postfrontale zu betrachten. Dies wird durch das Verhalten des stabförmigen, knorpeligen Hyomandibulare von Embryonen erwiesen.

Bei Forellen von 17 mm Länge, welche in starker Chromsäurelösung gehärtet wurden, kann man das Primordialcranium präpariren. Ein etwas späteres, für die betreffende Untersuchung noch passendes Stadium vom Lachse ist von Parker abgebildet worden (25, Taf. 4 Fig. 1). An dem betreffenden Cranium sieht man, dass das Hyomandibulare mit dem postorbitalen Fortsatze artikulirt. Eine Ausdehnung der Artikulation auf die Occipitalregion des Schädels fehlt noch in diesen früheren Stadien.

Aus dem Gesagten folgt, dass die Artikulation des Hyomandibulare bei Knochenfischen im Vergleiche mit Ganoiden noch weiter oralwärts verschoben ist. Bei letzteren artikulirt das Hyomandibulare noch hinter dem Postorbitalfortsatze. Durch diese Verschiebung glaube ich das Verhalten des R. hyoideo-mandibularis bei Knochenfischen erklären zu können.

Die Ursache der progressiven Verschiebung des Hyomandibulare in der Reihe der Ganoiden und Knochenfischen besteht zum Theil, wie ich glaube, in der Beseitigung eines der Faktoren, welcher nach Gegenbaur das ursprüngliche primitive Verhalten des Visceralapparats zum Cranium störte. Das halbknorpelige, massive Palatoquadratum der Knorpelganoiden wird durch den leichtgebauten, wenig Raum in Anspruch nehmenden knöchernen Kieferapparat der höheren Fische ersetzt. Dieser Apparat bekommt ferner eine terminale Lage, sowie Verbindungen mit den vordersten Abschnitten des Schädels. Dies sind genügende Bedingungen, um die Verschiebung des Hyomandibulare bei Knochenfischen zu erklären.

Andere und wichtigere Faktoren müssen aber bei Selachiern die viel stärker als bei höheren Fischen ausgesprochene Dislokation des Hyoidbogens zu Stande gebracht haben. Eine oralwärts gerichtete Dislokation wurde bekanntlich durch Gegenbaur schon unter den primitivsten Selachiern, bei den Notidaniden nachgewiesen (I. S. 39). Der Glossopharyngeus-Kanal bei *Heptanchus* liegt unter der Hyoidpfanne, bei *Hexanchus* hinter dieser Pfanne. Die Pfanne von *Hexanchus* liegt demnach mehr nach vorne als bei dem primitiveren Notidaniden. Eine Verschiebung ist also auch bei Formen mit massiven, knorpeligen Palatoquadrato-Mandibularbogen

nachzuweisen. Bei den höheren Selachiern, welche dieselben relativen Volumenverhältnisse des P. Q. Mandibularbogens aufweisen, geht die oralwärts gerichtete Verschiebung des Hyomandibulare noch weiter. Das Skelettstück wandert dabei fast über die ganze Labyrinthregion des Schädels.

Ohne Zweifel hat hier der Vorgang eine tiefe morphologische Bedeutung. Die progressive Entfaltung des prächordalen Abschnittes des Schädels, welche bei den jetzt lebenden niederen Selachiern nur noch verschiedene Evolutionsphasen darstellt, ist der Hauptfaktor, welcher die Dislokation des Hyoidbogens hier bedingt.

Bei den Notidaniden steht der prächordale Abschnitt noch auf der Stufe eines Fortsatzes der antero-dorsalen Ecke des archaischen chordalen Abschnittes des Schädels, welcher nach vorn durch die Basalecke abschliesst. Wie Gegenbaur lehrt, sind beide Abschnitte des Schädels der Notidaniden nicht nur morphologisch ungleichwerthig, weil nicht vergleichbar mit einander, sondern auch in ihren Beziehungen zu den Visceralbögen ungleich angepasst.

Durch die progressive Entwickelung des prächordalen Abschnittes kommt allmählich die Nivellirung der Basis cranii zu Stande. Dieser überaus wichtige Process der Cephalogenese lässt, wie Gegenbaur sich ausdrückt „eine Eigenthümlichkeit verschwinden, welche den Schädel in zwei ungleichwerthige Abschnitte zerlegte" (Vergl. l. c. S. 801.) Der bei den Notidaniden relativ schwach entwickelte prächordale Abschnitt zeigt bei höheren Selachiern dieselbe Volumenentfaltung wie der archaische chordale Schädel. Der erreichte Zustand vollkommener Gleichwerthigkeit der beiden morphologisch so differenten Abschnitte des Schädels kann nicht ohne Einfluss auf den Visceralapparat bleiben.

Die wichtige funktionelle Bedeutung der terminalen Lage der Mundwerkzeuge ist ohne weitere Erörterungen klar. In Folge dieser funktionellen Bedingung verliert allmählich der Palatoquadrato-Mandibularbogen seine uralten Gelenkverbindungen mit dem postorbitalen Fortsatze des chordalen Schädels (1. S. 55, 186.) Die sekundären Verbindungen des Palato-basal-Gelenks entfalten sich dagegen weiter und werden zum Hauptträger des Mandibularapparates.

Durch diesen Vorgang wird schliesslich die alte Verbindung des Visceralbogens (Postorbitalfortsatz) vollständig durch das recentere Palato-basal-Gelenk, welches in funktioneller Beziehung viel günstiger gelagert ist, ersetzt. Schon unter den Notidaniden sind unzweifelhafte Merkmale dieses allmählichen Ersatzes von Gegenbaur nachgewiesen worden. (1 S. 52—53.) Bei der höheren Form (*Hexanchus*) ist die Palato-basal-Gelenkfläche stärker entwickelt, als bei der primitiveren Form (*Heptanchus*). Umgekehrt verhalten sich die uralten Gelenkverbindungen mit dem Postorbitalfortsatze.

Durch die Nivellirung der Basis cranii, welche infolge der progressiven Entwickelung des prächordalen Schädels zu Stande kommt, werden die Bahnen für die weitere Ausbildung der schon bei den Notidaniden angedeuteten Einrichtungen eröffnet. Die Gelenkverbindung des Palatoquadrato-Mandibularbogens mit dem postorbitalen

Fortsatze wird aufgehoben und, bei höheren Selachiern, durch den Bandapparat des Palato-basal-Fortsatzes ersetzt. Die Verbindung dieses Fortsatzes mit der Basis cranii finden wir aber nicht mehr auf der Basalecke im hinteren Abschnitte der Orbita, also wie bei den Notidaniden, sondern weiter oralwärts auf dem basalen Theil des prächordalen Schädels.

Unter den höheren Selachiern erreicht die Verbindung des Palato-basal-Fortsatzes verschiedene Grade oralwärts gerichteter Verschiebung. Bei Mustelus, Squatina etc. erreicht dieselbe sogar die hintere Grenze der Ethmoidalregion des Schädels. (Vergl. Gegenbaur.) Der Hyoidbogen, dessen proximales Stück bei höheren Fischen als Träger der hinteren Abschnitte des Palatoquadrato-Mandibularapparates dient, muss der Verschiebung dieses Apparates natürlich folgen. Infolge dessen treffen wir in den Endästen des Stammbaumes der Fische Formen an, bei welchen der postorbitale Fortsatz wieder wie bei den Notidaniden als Träger eines Visceralbogens auftritt, nicht aber wie bei diesen als der des ersten (Palatoquadrato-Mandibularbogens), sondern des zweiten (Hyoidbogens). Im primitiven Zustande gehören nach Gegenbaur alle Visceralbogen dem chordalen Abschnitte des Schädels zu und sind metamer angeordnet. Im Laufe der phyletischen Entwickelung gewinnt der vorderste Bogen Anschlüsse an den allmählich sich entfaltenden recenten prächordalen Abschnitt. Die ursprüngliche metamere Anordnung wird dadurch gestört. Der zweite Bogen (Hyoidbogen), der Verschiebung des vordersten folgend, geräth schliesslich in das ursprüngliche fremde Innervationsgebiet des vordersten segmentalen Nerven, des Trigeminus I, (Knochenfische). Es kommt eine metamere Umwandlung der Kranialnerven zu Stande. Durch dasselbe Verhalten der Nerven werden uns am evidentesten auch die Verschiebungen der peripheren Theile in der Spinalregion erkennbar. Die Innervation des Hyoidbogens bei Knorpelganoiden ist auch, wie ich fand, keine primitive; denn dieser Bogen wird durch zwei segmentale Nerven, Facialis und Trigeminus II, innervirt. Der Visceralast des Trigeminus II besteht in der stark entwickelten Anastomose zum R. hyoideo-mandibularis.

Ich halte die Frage nicht für spruchreif, ob der Palatoquadrato-Mandibularbogen der höheren Haie ursprünglich zum Innervationsgebiete des Trigeminus I oder des Trigeminus II gehörte. Manche Punkte in der Morphologie der Labialknorpel bei Haien, vor Allem aber das Verhalten der Visceralbögen zu den Kranialnerven bei *Heptanchus* sind als Voruntersuchungen für diese Frage unentbehrlich. Der ursprüngliche Visceralbogen des Innervationsgebietes des Trigeminus I konnte im Laufe der Phylogenie eine Reduktion erfahren und durch den nächstfolgenden hinteren ersetzt werden. Ein Beispiel solcher Reduktion haben wir bei den Holocephalen. Der ventrale Labialknorpel von *Callorhynchus*, welchen J. Müller so stark entwickelt findet, dass er denselben einen „zweiten Unterkiefer" nennt (26, S. 202), wird bei *Chimaera* in einen Bandapparat umgewandelt (vergl. Hubrecht, 27). Die physiologische Bedingung dieser Reduktion des vordersten Visceralbogens bei *Chimaera* ist dunkel.

Man könnte vielleicht annehmen, dass die merkwürdige meisselförmige Bezahnung der Holocephalen, welche Anschlüsse an die hinteren Theile der Mundwerkzeuge bekanntlich gewinnt, durch ihre kolossale Entwickelung die funktionelle Bedeutung des vordersten knorpeligen Bogens allmählich ersetzt. Dadurch könnte die Atrophie dieses funktionslosen Skelettstückes bedingt sein. Bis jetzt ist aber eine Reduktion des vordersten Visceralbogens nur für die Holocephalen nachzuweisen. Demnach ist, wie gesagt, von den oben erwähnten Voruntersuchungen erst eine Entscheidung zu erwarten, ob der Palatoquadrato-Mandibularbogen der höheren Haie ursprünglich dem Innervationsgebiete des Trigeminus I angehörte oder nicht.

Die Verschiebungdes Palatoquadrato-Mandibular- sowie des Hyoidbogens, welche durch die funktionellen Vortheile der terminalen Lage der Mundwerkzeuge hervorgerufen ward, ging gleichen Schrittes mit der progressiven Entfaltung des recenten prächordalen Abschnittes des Schädels. Beide Vorgänge sind innig mit einander verbunden und müssen als die Hauptmomente der Genese des Vorderkopfes der Wirbelthiere betrachtet werden. Die Struktur der Oblongata, sowie das Verhalten der peripheren Nerven werden auch durch diese Momente völlig beherrscht. Die langen aufsteigenden Bahnen der Komponenten der drei proximalen Nerven, welche dem Gebiete der sich verschiebenden Bogen angehören, sind als Resultat der Verschiebung dieser Bogen entstanden.

Dasselbe Moment sowie die allmähliche Entwickelung des prächordalen Abschnittes als eines nach vorn gerichteten Auswuchses bedingte die Entstehung des nach vorn strebenden Innervationsapparates der Rami rostrales, welche auch den drei vordersten Kranialnerven angehören.

In den grundlegenden Arbeiten von Stannius und Vetter (4) ist das peripherische Verhalten der Kopfnerven sehr vollständig studirt worden. Wenig Neues kann demnach eine Bearbeitung des Verlaufes der Hauptäste bringen. Beide Arbeiten betrachten aber den Trigeminus der Fische als einen einheitlichen Nerven. Es bleibt daher die Frage, welche Nerven wir dem System des Trigeminus I und welche dem des Trigeminus II zuschreiben müssen, noch offen. Für die Muskeläste ist diese Frage sehr wichtig. Der Vergleich der Kopfnerven von Knochenfischen und *Acipenser* ergiebt einige erwähnenswerthe Thatsachen. Eine vollständige Beschreibung der peripherischen Aeste des Trigemino-Facialis-Komplexes von *Lota*, welche die einzelnen Aeste auf bestimmte Segmentalnerven zurückführt, finde ich demnach für nothwendig. Alle Nerven des Komplexes von *Lota*, den N. Weberi ausgenommen, treten durch einen Nervenkanal in die Orbita aus. Die Austrittsöffnung ist durch das Alisphenoid, Orbitosphenoid und das membranöse Interorbitalseptum begrenzt. Dorsomedial eng an einander angeschlossen verlaufen die Nn. ophthalmici (Taf. I Fig. 1 *Os etpr*, Fig. 5). Fast durch die ganze Strecke des orbitalen Verlaufes sind sie leicht von einander zu trennen und senden folgende Aeste ab:

Vom O. superficialis geht ein Ast zu den Schleimkanälen der hinteren Knochen der suborbitalen Reihe.

Beide Nerven senden ein paar dicke Aeste in das dorsale Bindegewebspolster der Orbita, welche die Haut der supraorbitalen Gegend innerviren. Zwei oder drei terminale Abzweigungen verlieren sich auf der Oberfläche des Bulbus oculi. Das nähere Verhalten dieser letzteren zum Bulbus konnte ich nicht ermitteln. Bei Lupenvergrösserung fand ich an der Abgangsstelle dieser Nerven keine gangliöse Anschwellung (Nn. ciliares, 2, S. 503 für Barbus 12, S. 15). Einige Zweige innerviren die Schleimkanäle des Frontale.

Im vordersten Drittel der Orbita sendet der O. profundus einen Ast zu den Schleimkanälen des Antorbitale.

Weiter distal sind die Nerven durch Faseraustausch untrennbar mit einander verbunden und verlaufen in die Ethmoidalregion, wo sie in einen medialen und lateralen Ast zerfallen. Beide Aeste umkreisen das Geruchsorgan, indem sie der bindegewebigen Kapsel des Organs Zweige abgeben.

Eine vergleichende Besprechung der Nn. ophthalmici von *Acipenser* ist oben angeführt.

Das sicherste Kriterium zur Feststellung der Homologie der peripheren Nerven ist der Vergleich der centralen Ursprungsstätten ihrer Bahnen. Von diesem Standpunkte aus versuchte ich hier die peripheren Nerven von *Lota* und *Acipenser*, welche zum Systeme des N. maxillaris superior gehören, zu vergleichen.

Drei Nerven von *Acipenser* sind als Nn. rostrales zu bezeichnen[1]): Die zwei Aeste der beiden Nn. rostrales externi des Trigeminus und ein Ast des Nn. rostralis internus des Facialis.

Die Nn. rostrales externi verlaufen, eng an einander angeschlossen, lateral vom Vorsprunge der Basis cranii zur basalen Fläche des Rostrum (6, S. 482, Taf. XXIII). Stannius hielt diese zwei Nerven für einen Nervus rostri externus, v. Wijhe trennte beide Nerven und fasste den ventralen als N. maxillaris superior, den dorsalen als N. rostralis (buccalis) (7, S. 232) auf.

Ohne die Richtigkeit der Auffassung von v. Wijhe zu bestreiten, bemerke ich, dass diese Nerven bei Knorpelganoiden einen Zustand völliger Indifferenz zeigen. Beide verhalten sich absolut identisch und verlaufen zur basalen Fläche des Rostrum, indem sie zur vorderen Hautfalte des protraktilen Mundapparates und zu den Bartfäden Aeste senden. Auf Grund dieser Indifferenz beider Nerven finde ich es vortheilhaft, speciell für Knorpelganoiden den Terminus Nn. rostrales für beide Nerven beizubehalten. Der N. rostralis (v. Wijhe) ist ein Ast des Trigeminus II und kann demnach als N. rostralis trigemini II bezeichnet werden (6, Taf. XXIII, rother Nerv). Der N. maxillaris sup. (v. Wijhe) ist ein Ast des Trigeminus I, ist also ein N. rostralis trigemini I (l. c. blauer Nerv).

Bei *Lota* werden der Nerv Fig. 1, *Tr. II R.* als Ast des Trigeminus II dem N. rostralis *Tr. II* von *Acipenser* und der Ast des Trigeminus I *Tr. I R.* dem N. rostralis *Tr. I* von *Acipenser* homolog zu erachten sein.

---

1) Der für diese Nerven unzutreffende Terminus „Nn. buccales" wäre besser zu vermeiden.

Beide Aeste von *Lota*, welche ich auch bei *Esox* und *Gobio* fand, verhalten sich aber sehr different von einander; demnach dürfte der dorsale (rothe) Nerv als N. rostralis, der ventrale (blaue) Nerv jedoch als N. maxillaris superior mit vollem Rechte bezeichnet werden.

Die Nerven verlaufen auf der Aponeurose des Bodens der Orbita von der Masse des M. adductor mandibulae bedeckt nach vorne und senden folgende Aeste ab:

Auf der Höhe der hinteren Suborbitalia sendet der N. rostralis Tr. II R. einen Ast ab, welcher den M. adductor mandibulae durchbohrt und die Haut hinter dem Maxillare innervirt. Vgl. Querschnitt (Fig. 11, *Tr. II*, R_1). Einen analogen Ast sendet der N. maxill. sup. (Tr. I R_1) ab. Distal auf der Höhe des Palatinum trennt sich der N. rostralis, wo er mit einem Aste des N. maxill. sup. zu den vorderen Knochen der suborbitalen Reihe verläuft, um die Schleimkanäle dieser Knochen zu innerviren Fig. 1 (3, S. 42, Ast 1). Der N. maxill. sup. kreuzt dorsal das Palatinum, sendet einen Muskelast zum Adductor mandib. und zerfällt in zwei Aeste. Ein lateraler Ast umkreist mit einem vorderen und hinteren Endzweige das Maxillare Fig. 1 (vgl. über die Homologien dieses Astes 3, S. 43 und 2, S. 509). Ein medialer Ast kreuzt dorsal den seitlichen Theil des Vomer und sendet einen Ast zu einem bei *Lota* eigenthümlich von der Masse des Adductor mandibulae abgegliederten Muskel. Dieser entspringt vom vorderen Rande des Ento- und Metapterygoides und befestigt sich durch eine dünne Sehne an das proximale Ende des Maxillare.

Der mediale Ast verläuft ventral vom proximalen Abschnitte des Maxillare und zerfällt in zwei Endäste. Der laterale Ast umkreist den hinteren Rand des Prämaxillare und innervirt die Lippenhaut; der mediale Ast anastomosirt mit dem N. palatinus facialis (Fig. 1 *Pt*). Das Verhalten dieses Endastes erinnert an den N. spheno-palatinus der Säuger.

Aus dieser Beschreibung beider Nerven hebe ich besonders hervor, dass beide beschriebenen Muskeläste dem System des Trigeminus I angehören. Oben wurde noch ein vom Trigeminus I hoch entspringender Ramus ad m. adduct. mand. beschrieben (Fig. 11,*5 Ram*). Er verläuft zur hinteren Portion des Muskels und sendet, bevor er ihn erreicht, ein Aestchen zum M. dilatator operculi. Das Aestchen verläuft tief und erreicht den Muskel an seiner ventralen Seite.

Der M. levator arcus palatini ist bei *Lota* vom M. adductor mandibulae nicht differenzirt. Bei *Esox* ist der Muskel gut entwickelt und wird durch einen besonderen Zweig des Trigeminus I innervirt, welcher den Muskel an seiner medialen Seite erreicht.

Ehe ich zur Darstellung des N. maxillaris inferior von *Lota* übergehe, muss ich einige Bemerkungen über den N. palatinus bei *Acipenser* und Knochenfischen vorausschicken.

Der N. palatinus von *Acipenser* ist ein Ast des Facialis (6, S. 482, Taf. XXIII *Pt*). Er verläuft zum Palato-quadratum, durchbohrt dasselbe, indem er einen Ast zur dorsalen Oberfläche des Skelettstückes sendet, und verzweigt sich in der Schleim-

haut des Gaumens. Der N. rostri internus (Stannius) ist auch, wie ich fand, ein Ast des Facialis. Bei Knorpelganoiden hat dieser Nerv mit der Innervation des Gaumens absolut Nichts zu schaffen; er ist demnach kein N. palatinus. In seinem peripheren Verhalten ist er vollkommen den N. rostrales externi analog; er verläuft medial vom Vorsprunge der Basis cranii zum ventralen Abschnitte des Rostrum, wo er zahlreiche Anastomosen mit den terminalen Verzweigungen der Nn. rostrales externi bildet, und innervirt die Bartfäden.

Jeder der drei segmentalen Nerven, welche den Trigemino-Facialis-Komplex bei *Acipenser* bilden, besitzt also einen N. rostralis. Alle drei Nn. rostrales zeigen durch ihr analoges, peripheres Verhalten einen Zustand vollkommener Indifferenz.

Der Facialis von *Lota*, wie oben beschrieben, entsendet einen R. palatinus (Fig. 1, 12, *Pt*). Nach der Abzweigung des R. hyoideo-mandibularis schliesst sich der Endstamm des Facialis eng an den terminalen Stamm des Trigeminus I an (Fig. 11, *TrI,F*). Die vereinigten Stämme verlaufen nach vorne und bilden den N. maxillaris inferior (Fig. 1 *Mxi*). Es ist wohl kaum zu bezweifeln, dass wir in dem N. palatinus der Knochenfische das Homologon des N. rostri interni von *Acipenser* suchen müssen. Dafür spricht der identische Ursprung vom Facialis, sowie die grosse Aehnlichkeit des peripheren Verhaltens. Die terminalen Aeste des N. palatinus von *Lota* anastomosiren sogar, wie oben bemerkt, mit dem Homologon des N. rostralis Tr. I, mit dem Maxillaris superior.

Wo ist aber bei *Lota* der Nerv, welcher dem N. palatinus von *Acipenser* entspricht? Dieser Nerv ist, glaube ich, in dem terminalen Aste des Facialis (Fig. 11, *F*) zu suchen, welcher, mit dem Trigeminus I vereinigt, den N. maxillaris inferior bei *Lota* bildet.

Wie von mir früher dargethan ist, besteht der N. maxillaris inferior (v. Wijhe) bei *Acipenser* nur aus Fasern des Trigeminus I. Da wir aber bei *Lota* keinen selbstständigen Nerv finden, welcher dem N. palatinus von *Acipenser* entspricht, so ist es klar, dass die vom Verhalten bei *Acipenser* abweichende Zusammensetzung des N. maxillaris inferior von *Lota* aus Trigeminus I und Facialis-Fasern nur durch die Verschmelzung zweier Nerven, welche bei *Acipenser* selbstständig auftreten, entstehen konnte.

Der N. maxillaris inferior der Knorpelganoiden ist demnach kein kompletes Homologon des gleichnamigen Nerven von *Lota*.

Nach seinem Austritte aus dem Cranium verläuft der N. palatinus von *Lota* dem Rande des Parasphenoids eng angeschlossen nach vorne. Auf der Höhe des hinteren Abschnittes der Orbita sendet der Nerv seinen ersten Ast zur Schleimhaut des Gaumens (3, S. 56). Dieser Ast entspricht wohl dem R. cutaneus palatinus, welchen Wright bei Amiurus beschreibt (24, S. 367). Unmittelbar hinter dem Vomer giebt der N. palatinus den zweiten Ast für die Schleimhaut des Gaumens ab. Weiter kreuzt der Nerv den Vomer dorsal und gelangt, ventral vom proximalen Stücke des Palatinum verlaufend, zu der Artikulationsgegend der Maxillaria und

Intermaxillaria, wo er einen medialen und lateralen Ast abgiebt. Der laterale Ast anastomosirt, wie oben erwähnt, mit dem terminalen Aste des N. max. sup. (Tr. I). Der mediale Ast verliert sich in der Schleimhaut der proximalen, prämaxillaren und maxillaren Artikulationsgegend.

Ueber die Homologie des N. palatinus der Knochenfische mit dem N. petrosus superficialis major der Säuger vergl. Stannius (3, S. 71) und Rabl (11, S. 225.)

N. maxillaris inferior (Fig. 1 *Mxi*). Dieser Nerv enthält bei *Lota*, wie oben dargethan ist, die Elemente von zwei, mit einander verschmolzenen Nerven, des N. maxillaris inferior (6, Taf. XXIII, *A*) und des N. palatinus (*lc. Pt.*) von *Acipenser*.

Stannius (3, S. 43) und v. Wijhe (7, S. 233) haben den N. maxillaris inferior von *Acipenser* vollkommen richtig bestimmt. In meiner früheren Arbeit (6, S. 484 bis 485) habe ich einige Betrachtungen über die Deutung dieses Nerven vermuthungweise ausgesprochen. Diese Betrachtungen halte ich jetzt für irrthümlich.

Die fehlerhafte Deutung dieses Nerven entstand bei mir dadurch, dass ich den Visceralast des zweiten segmentalen Nerven (des Trigeminus II) für reducirt, ferner dadurch, dass ich den N. maxillaris superior für einen interarkualen Nerven (Visceralast) hielt. Beides ist falsch. Der Visceralast des zweiten segmentalen Nerven (Trigeminus II) von *Acipenser* ist, wie oben erörtert, nicht reducirt. In Folge der oralen Verschiebung des Hyoidbogens ist bei Knorpelganoiden eine metamere Umwandlung der Nerven entstanden. Der Hyoidbogen ist in das Innervationsgebiet des zweiten segmentalen Nerven gerathen; dabei ist aber der ursprüngliche Nerv des Bogens, der viscerale Facialis-Ast, noch nicht aus dem Plexus ausgeschaltet. Der Hyoïdbogen der Knorpelganoiden wird in Folge dessen durch die mit einander verbundenen Visceraläste von zwei segmentalen Nerven innervirt (Trigeminus II und Facialis).

Der N. maxillaris superior der Knorpelganoiden ist, wie v. Wijhe richtig auffasste, in dem ventralen N. rostri externus von *Acipenser* (Ast des Trigeminus I) zu suchen. Dieser Nerv bewahrt bei Knorpelganoiden, wie gesagt, noch einen Zustand vollkommener Indifferenz, und als N. rostralis des ersten segmentalen Nerven (Trigeminus I) ist er durchaus nicht als ein interarkualer Nerv (Visceralast), sondern als ein R. pharyngeus aufzufassen.

Der N. maxillaris inferior von *Lota* sendet, ehe er die Höhe des Palatinum erreicht, einen und mitunter zwei Muskeläste zu den vorderen Abschnitten des Adductor mandibulae.

Im weiteren Verlaufe kreuzt der Nerv das Ektopterygoid und zerfällt in folgende Aeste: in den R. mandibularis externus (*Me.*), den R. mandib. internus (*Mi*) und in eine variirende Zahl von Haut- und Schleimhautästen für das Artikulationsgebiet des Unterkiefers und das Gebiet des Os quadratum (vergl. Fig. 1).

Der R. mand. ext. giebt einen Hautast für den seitlichen Theil und zwei Aeste für die ventralen Theile des Unterkiefers ab.

Der R. mand. int. geht auf die mediale Seite des Unterkiefers über und zerfällt in einen dorsalen und einen ventralen Ast. Der feinere dorsale giebt Zweige an die Schleimhaut, sendet aber auch einen Muskelast für die Portion des M. add. mand., welche die mediale Fläche des Unterkiefers überzieht. Der dickere ventrale Ast verläuft ventral vom Meckel'schen Knorpel, sendet einen Muskelast zum schwach bei *Lota* entwickelten M. intermandibularis (vergl. Vetter 46, S. 496) und gelangt unter das Os spleniale (N. alveolaris).

Der R. hyoideo-mandibularis sendet in der Nähe seines Abganges von den Stämmen des Nervenkomplexes einen Muskelast zu dem Adductor operculi und Adductor hyomandibularis. Diese Muskeln sind bei *Lota* unvollständig von den hinteren Abschnitten des Adductor arcus palatini gesondert. Der Nerv verbindet sich mit einem Konnectivast des Glossopharyngeus, ehe er die von ihm innervirten Muskeln erreicht. Diese Anastomose fand ich auch bei *Esox*. Einen zweiten Muskelast sendet der R. hyoideo-mand. zum Adductor arcus palatini. Der Nerv erreicht den Muskel von der dorsalen Seite her (46, S. 501.) Ein dritter Muskelast verläuft zu den dorsalen Theilen des Operculum und innervirt den Levator operculi (Fig. 1, *L O*). (Vergl. 46, 503).

Nach der Abgabe dieser Aeste verläuft der R. hyoideo-mand. in einem Kanal des Hyomandibulare, wo er sich in zwei Aeste, den R. mandibularis und den R. hyoideus, theilt. Jeder Ast hat seine besondere Austrittsöffnung. Durch die vordere Oeffnung tritt der R. mandibularis auf die laterale Seite des Knochens (Fig. 1 *Md.*); durch die hintere Oeffnung verläuft der R. hyoideus (*Hy*).

Der R. mand. nervi facialis entsendet gleich nach seinem Austritte aus dem Knochenkanal einen R. buccalis (Fig. 1, *Bc*), welcher die Masse des M. adductor mandibulae durchzieht und auf der Höhe des hinteren Randes der Orbita unter der Haut verläuft. Der Nerv innervirt die Haut der Artikulationsgegend des Unterkiefers. Sein Innervationsgebiet ist dasselbe wie das der oberen Hautäste des Trigeminus I.

Ich fand diesen R. buccalis bei allen von mir untersuchten Fischen (*Esox*, *Tinca*, *Abramis*, *Cyprinus carpio* und *Gobio*). Bei *Esox* ist dieser Nerv von Stannius beschrieben worden (Nervus buccalis accessorius 3, S. 44, 62.) Bei dieser Form hat der Nerv einen sehr eigenthümlichen Verlauf. Der Knochenkanal des Hyomandibulare hat beim Hecht nur eine Austrittsöffnung, welche am hinteren Rande des Knochens und ventral vom Processus opercularis liegt. Aus dieser Oeffnung treten die Rami mandibularis et hyoideus vereinigt aus. Gleich nach dem Austritte entspringt der N. buccalis, umkreist dorsal den Proc. operc., zieht in sehr langer Bahn durch die Muskelmasse des Adductor mandibulae, ohne Aeste abzugeben, und erscheint auf der Höhe des hinteren Randes der Orbita als subkutaner Nerv. Sein Innervationsgebiet erstreckt sich noch etwa bis zum vorderen Drittel des Maxillare. Ich halte diesen Nerven, welcher allen von mir untersuchten Fischen zukommt, für einen, den Hautästen des Trigeminus I homodynamen Zweig.

Nach Abgabe des N. buccalis sendet der R. mandibularis einen Ast, welcher das Symplecticum lateral kreuzt und zwischen dem Praeoperculum und Suboperculum

auf die mediale Seite des Opercularapparates verläuft (Fig. 1). Der geringen Grösse des Objektes wegen konnte ich das weitere Verhalten dieses Astes nicht ermitteln.

Weiterhin umkreist der Mandibularis-Stamm ventral das distale Ende des Symplecticum, kreuzt die mediale Fläche des Quadratum und gelangt auf die mediale Seite des Unterkiefers, wo er in ein System von terminalen Aesten zerfällt. Das System dieser Aeste liegt tiefer, also mehr lateral als das System der Verästelungen des R. mand. int. trigemini I. Einige von den terminalen Aesten des R. mand. n. facialis innerviren, wie Vetter richtig angibt, die medial vom Unterkiefer liegende Portion des M. adductor mandibulae (46, S. 497). Ein Ast verläuft unter dem Spleniale, dem N. alveolaris trigemini I folgend.

Der R. hyoideus sendet gleich nach seinem Austritte aus dem hinteren Nervenloche des Hyomandibulare einen R. opercularis zur medialen Fläche des Opercularapparates (Fig. 1, *Op*). Der Stamm des R. hyoideus (*Hy*) folgt dem ventralen Rande des Hyoidbogens und sendet Aeste zur Muskulatur des Branchiostegalapparates.

Die Muskeläste von *Acipenser ruthenus* sind von mir auch auf bestimmte segmentale Nerven zurückgeführt worden. Ich fand, dass der Constrictor superficialis vom R. hyoideus, welcher die dorsale Oberfläche des ventralen Abschnittes des Muskels erreicht, innervirt wird. Der Muskel gehört also zum Gebiete des Trigeminus II und Facialis. Leider konnte ich den von Vetter angegebenen Ast des R. maxillaris inferior (Trigeminus I) für die vordere Portion des Muskels nicht finden (4 b, S. 471). Die Präparation dieser Gegend an Exemplaren von etwa 30 cm Länge ist zu schwierig.

Der M. protractor hyomandibularis wird durch einen Ast des Trigeminus I innervirt. Der M. adductor mandibulae bekommt seinen Ast vom N. maxillaris inferior, welcher, wie oben erwähnt, dem Trigeminus I angehört. Der Ast gelangt zum Muskel an der dorsalen Seite und entspringt vom Nerven, bevor derselbe sich in die Lücke zwischen dem Muskel und der Cart. palatina einsenkt. Einen zweiten Ast bekommt der Muskel vom R. mand. n. facialis. Dieser Muskel gehört demnach dem Systeme des Trigeminus II und Facialis zu. Der M. retractor hyomandibularis und der beim Sterlett gut entwickelte M. opercularis werden durch einen Ast des R. hyoideo-mandibularis innervirt. Wie Stannius beschrieben hat, bekommt dieser Ast eine Anastomose vom Glossopharyngeus, ehe er seine Muskeln erreicht.

Landhaus in Puschkino, 1. Februar 1896.

Litteratur-Verzeichniss.

1. C. Gegenbaur, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. III. Das Kopfskelett der Selachier. 1872.
2. —— Ueber die Kopfnerven von Hexanchus und ihr Verhältniss zur „Wirbeltheorie" des Schädels. Jenaische Zeitschrift. Bd. VI.
3. Stannius, Das peripherische Nervensystem der Fische. 1849.
4. B. Vetter, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Kiemen- und Kiefermuskulatur der Fische. a. Jenaische Zeitschrift. Bd. VIII. b. Ebenda. Bd. XII.
5. P. Mayser, Vergleichend-anatomische Studien über das Gehirn der Knochenfische mit besonderer Berücksichtigung der Cyprinoiden. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XXXVI. 1881.
6. N. Goronowitsch, Das Gehirn und die Kranialnerven von Acipenser ruthenus. Morphologisches Jahrbuch Bd. XIII. 1888.
7. W. van Wijhe, Ueber das Visceralskelett und die Nerven des Kopfes der Ganoiden und von Ceratodus. Niederländisches Archiv für Zoologie. Bd. V.
8. M. Sagemehl, Das Cranium von Amia calva. Morphologisches Jahrbuch. Bd. IX.
9. —— Das Cranium der Characiniden etc. Ebenda. Bd. X.
10. C. Gegenbaur, Ueber die Occipitalregion und die ihr benachbarten Wirbel der Fische. A. v. Kölliker's Festschrift. 1887.
11. K. Rabl, Ueber das Gebiet des N. facialis. Anatomischer Anzeiger. Bd. II.
12. G. Büchner, Mémoire sur le Système nerveux du Barbeau (C. barbus). Soc. d'histoire naturelle de Strasbourg 1836.
13. Béla Haller, Untersuchungen über das Rückenmark der Teleostier. Morphologisches Jahrbuch. Bd. XXIII.
14. G. Fritsch, Untersuchungen über den feineren Bau des Fischgehirnes. 1878.
15. W. His, a) Die Entwickelung der ersten Nervenbahnen beim menschlichen Embryo. b) Die morphologische Betrachtung der Kopfnerven. Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte. Ausgeg. im Februar 1888.
16. Zimmermann, Ueber die Metamerie des Wirbelthierkopfes. Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft. 1891.
17. M. Sagemehl, Das Cranium der Cyprinoiden. Morphologisches Jahrbuch. Bd. XVII.
18. C. Gegenbaur, Die Metamerie des Kopfes und die Wirbeltheorie des Kopfskelettes, im Lichte der neueren Untersuchungen betrachtet und geprüft. Morphologisches Jahrbuch. Bd. XIII.
19. A. Froriep, Ueber ein Ganglion des Hypoglossus und Wirbelanlagen in der Occipitalregion. Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 1882.
20. J. Rohon, Ueber den Ursprung des Vagus bei Selachiern. Arbeiten des Zoologischen Instituts zu Wien. Hft. I. 1878.
21. M. v. Lenhossék, Ueber Nervenfasern in den hinteren Wurzeln, welche aus dem Vorderhorn entspringen. Anatomischer Anzeiger. Bd. V.
22. L. Stieda, Studien über das centrale Nervensystem der Knochenfische. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XVIII. (Auch separat erschienen.)
23. O. Strong, The Cranial Nerves of Amphibia. A Contribution to the Morphology of the Vertebrate Nervous System. Journal of Morphology 1895.
24. R. Wright, On the Nervous System and sense Organs of Amiurus. Proceedings of the Canadian Institute Toronto. 1884.
25. W. K. Parker, On the Structure and Development of the Skull in the Salmon. Philosophical. Transactions. 1873.
26. J. Müller, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Berlin 1835—1845.
27. A. Hubrecht, Beitrag zur Kenntniss des Kopfskelettes der Holocephalen. Niederländisches Archiv für Zoologie. Bd. III.

Tafel-Erklärung.

Für alle Figuren gültige Bezeichnungen.

Ab N. abdocens.
Ac N. acusticus.
As absteigendes System des N. acusticus.
A.Tr.II, A.Tr.II aufsteigende Bahn des Trigeminus I resp. II.
Bf, Bf′, bf etc. Bogenfasern.
Bc Ramus buccalis
Crb Cerebellum.
CL Cerebellarleisten.
C.ant Vorderhorn.
Cps Hinterhorn.
Com.inf.H. Commissura infima Halleri.
Com.ac.M Commissura accessoria Mauthneri.
C.T.II.m motorisches Centrum des Trigeminus II.
Fz laterale Fortsätze der motorischen Zellen.
Frd aufsteigende sens. Facialis-Bahn.
Frv Facialis, radix ventralis.
Glph Glossopharyngeus.
G Ganglienzellen.
Hl hintere Längsbündel.
Hy R. hyoideus.
γ aufsteigende Bahn des Trigeminus I und Sec. Vag. Tr. Bahn von *Acipenser*.
Kg Körnergewebsgebilde des Cerebellum.
Lo Ramus ad musc. levatorem operculi.
LF Lobus facialis.
L.gl.ph Lobus glossopharyngei.
L.vg.imp unpaariger Abschnitt der Lobi vagales.
Lvg Lobi vagales.
Lt Lobus trigemini II.
Ltr N. lineae lateralis.
MF Mauthner'sche Faser.
Mxs N. maxillaris superior.
Me N. maxillaris externus.
Mxi N. maxillaris inferior.
Md R. mandibularis.
Mi R. maxillaris internus.
NWb Nervus Weberi.
N Neuroglia-Feld.
Ng membranöser Abschnitt der Cerebellarleisten.
Oc N. oculomotorius.
Op N. opercularis.
Opt N. opticus.
Os et pr Nn. ophthalmicus superficialis et profundus.
Pt N. palatinus.
Pzd, Pzv dorsale und ventrale Gruppen von Purkinje'schen Zellen.
Ram. R. ad m. adductorem mandibulae.
RHm R. hyoideomandibularis.
Sec.V.Tr.B Sekundäre Vagus-Trigeminus-Bahn.
SpI + II vereinigte Nn. spinales 1 und 2.
TrIId, TrIIv Radix dorsalis, Radix ventralis trigemini II.
Tro N. trochlearis.
TrI, TrII Nn. Trigeminus I resp. II.
TrIrd, TrIrv Trigeminus I radix dorsalis und ventralis.
Topt Tectum opticum.
TrIR, TrIIR Nervi rostrales trigemini I und II; der erste Nerv, N. maxillaris superior propr., der zweite N. rostralis.
TrIIH R. hyoideus trigemini II + facialis (radix ventralis).
Vgd, Vgv Radix dorsalis et ventralis vagi.
Vg N. vagus.
V vorderer Abschnitt des Ventriculus IV.
Vhz Vorderhornzellen.
Zz Zwischenzellen.

Die übrigen Bezeichnungen im Texte.

Alle mikroskopischen Präparate sind unter Zeiss Linse *aa*, die Fig. 6 und 7 unter Apochromat 16 mm mit Camera von Abbe gezeichnet.

Tafel I.

Fig. 1. Schädel von *Lota vulgaris* mit eingetragenen Nerven des Trigemino-Facialis-Komplexes. System des Trigeminus I blau, des Trigeminus II roth, des Facialis schwarz. Die proximalen Theile der Rr. hyoideus et mandibularis sind dreifarbig, um die Zusammensetzung des R. hyoideomandibularis aus Fasern aller Nerven des Komplexes anzudeuten.

Fig. 2. Schema der Hauptbahnen der Nerven des Komplexes von *Lota*. Dieselben Farbenzeichnungen wie in Fig. 1. Die Nummern 9, 15 und 8 bezeichnen die Querschnittebenen der Schnitte Fig. 9, 15 und 8.

Fig. 3. Oblongata von *Lota*. Vergr. etwa 5 mal.

Fig. 4. Schnitt aus den Austrittsebenen des Trigeminus II von *Acipenser*. Karminpräparat.

Fig. 5. Gehirn mit Kranialnerven (*Lota*) von der ventralen Seite. Vergr. etwa 5 mal.

Fig. 6. Motorisches Centrum des Vagus von *Acipenser*. Karminpräparat.

Fig. 7. Schnitt aus der Austrittsebene des Trigeminus I von *Acipenser*. Karminpräparat.

Tafel II.

Alle Schnitte sind nach Weigert gefärbt.

Fig. 8. Aus den distalen Abschnitten der Lobi vagales von *Lota*.

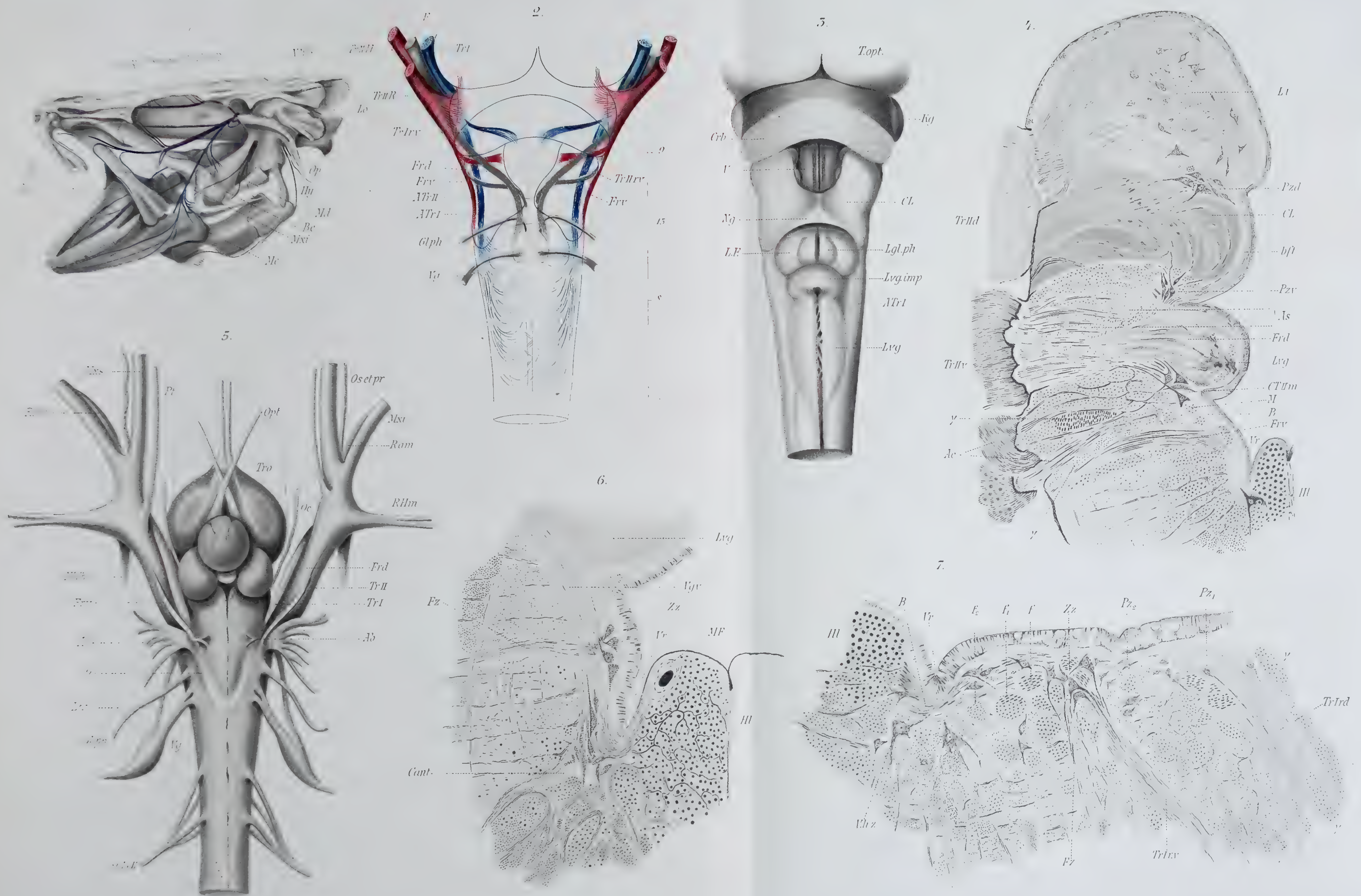
Fig. 9. Aus der Austrittsebene des Trigeminus II und Facialis von *Lota*. Das Präparat wenig differenzirt, um das Verhalten der grauen Substanz zu demonstriren.

Fig. 10, 11 und 12. Schnitte durch die Stämme des Trigemino-Facialis-Komplexes von *Lota*.

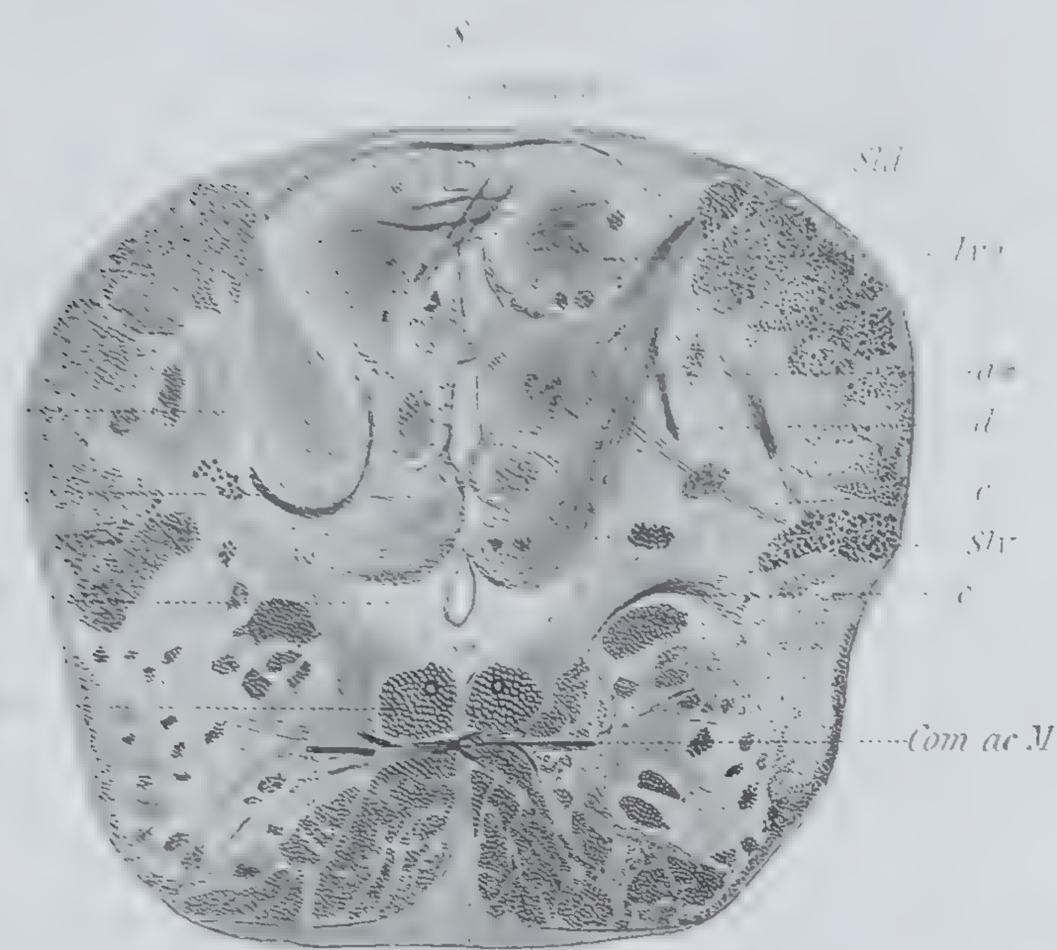
Fig. 13. Aus den Austrittsebenen des Trigeminus I von *Acipenser*.

Fig. 14. Aus den Austrittsebenen des Vagus von *Acipenser*.

Fig. 15. Aus den distalen Abschnitten des Lobus n. facialis von *Lota*.



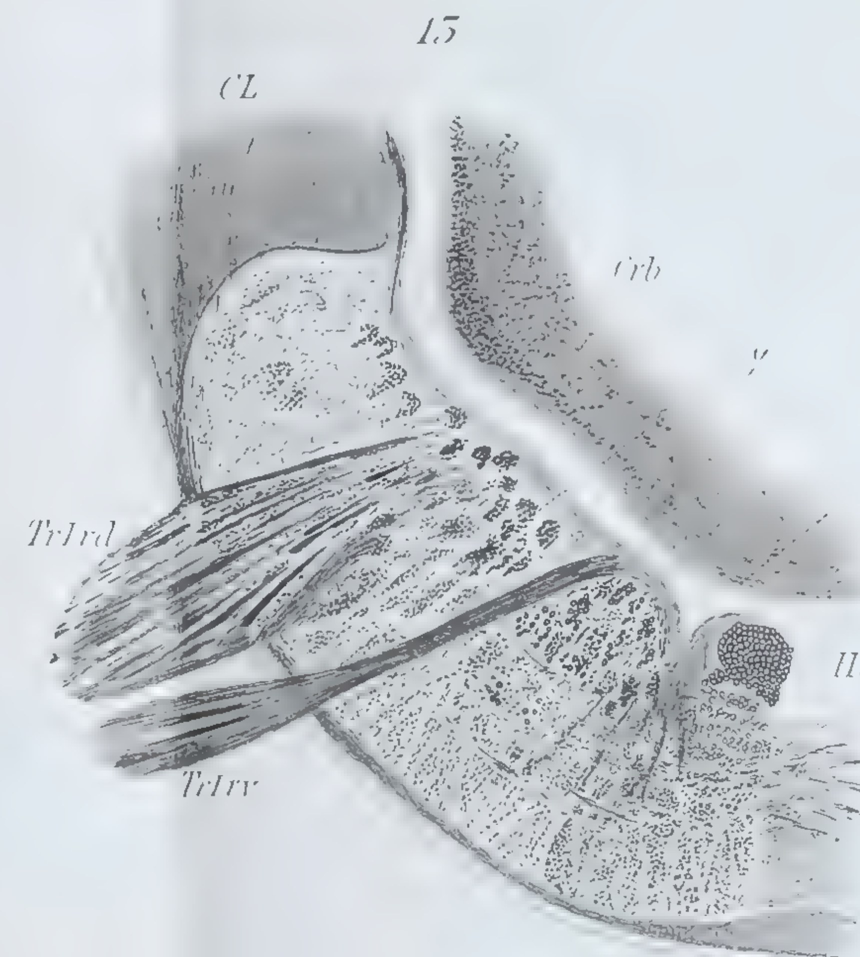
Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig.

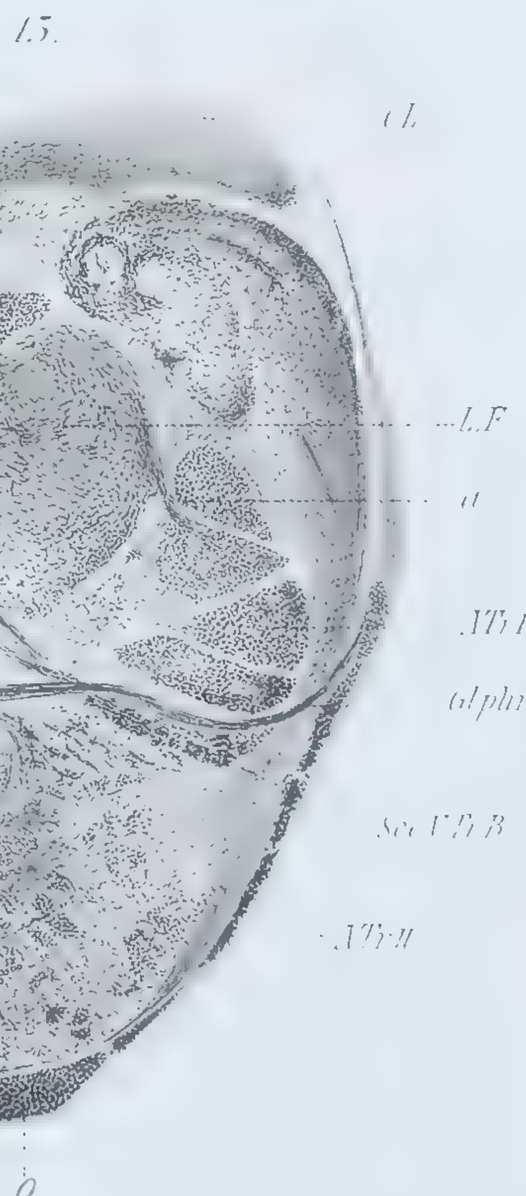

8.
Com ac M

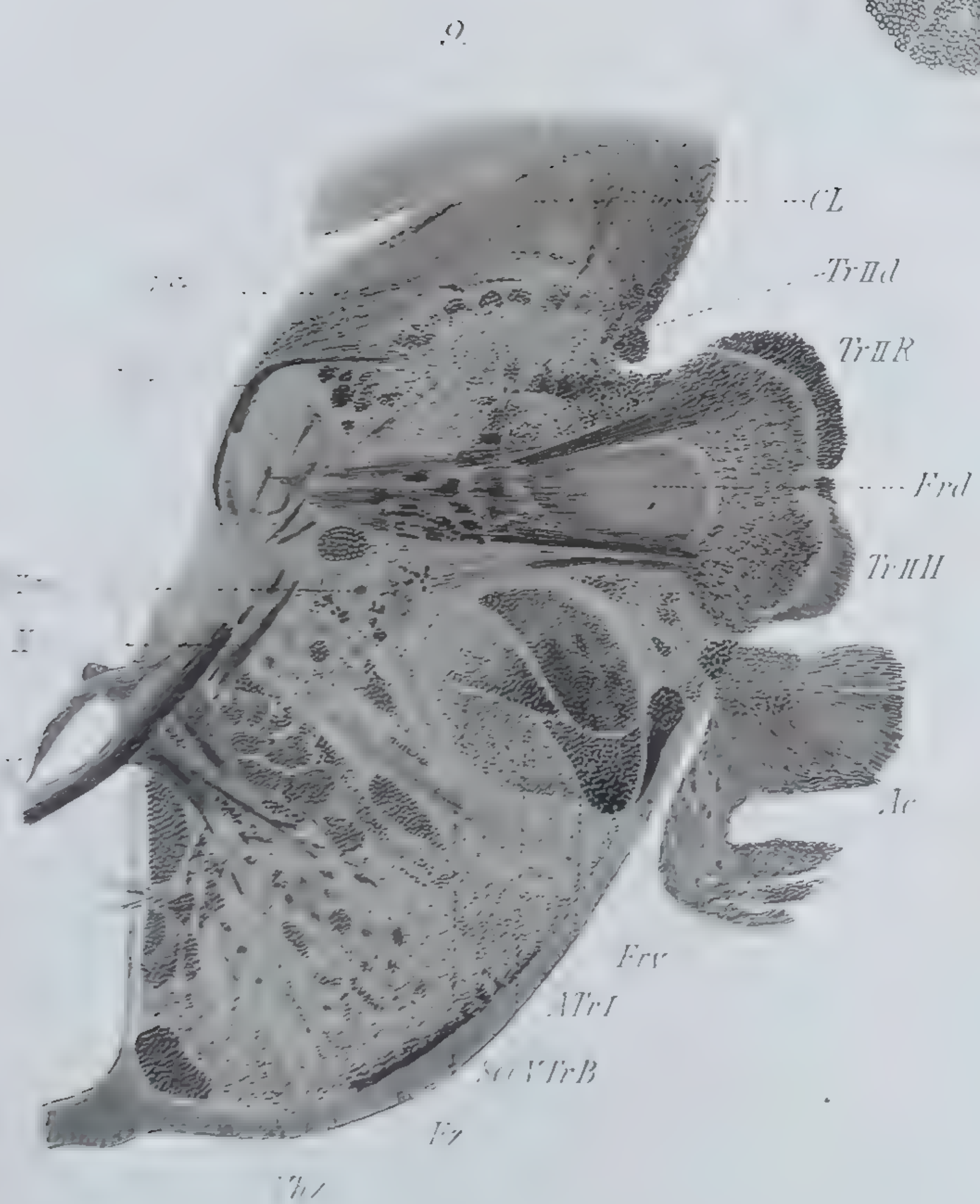

11.
Os
Opr
G
Tro
Ab
Oc
Pt
TrIIR
TrIRam
TrIR
TrI
F

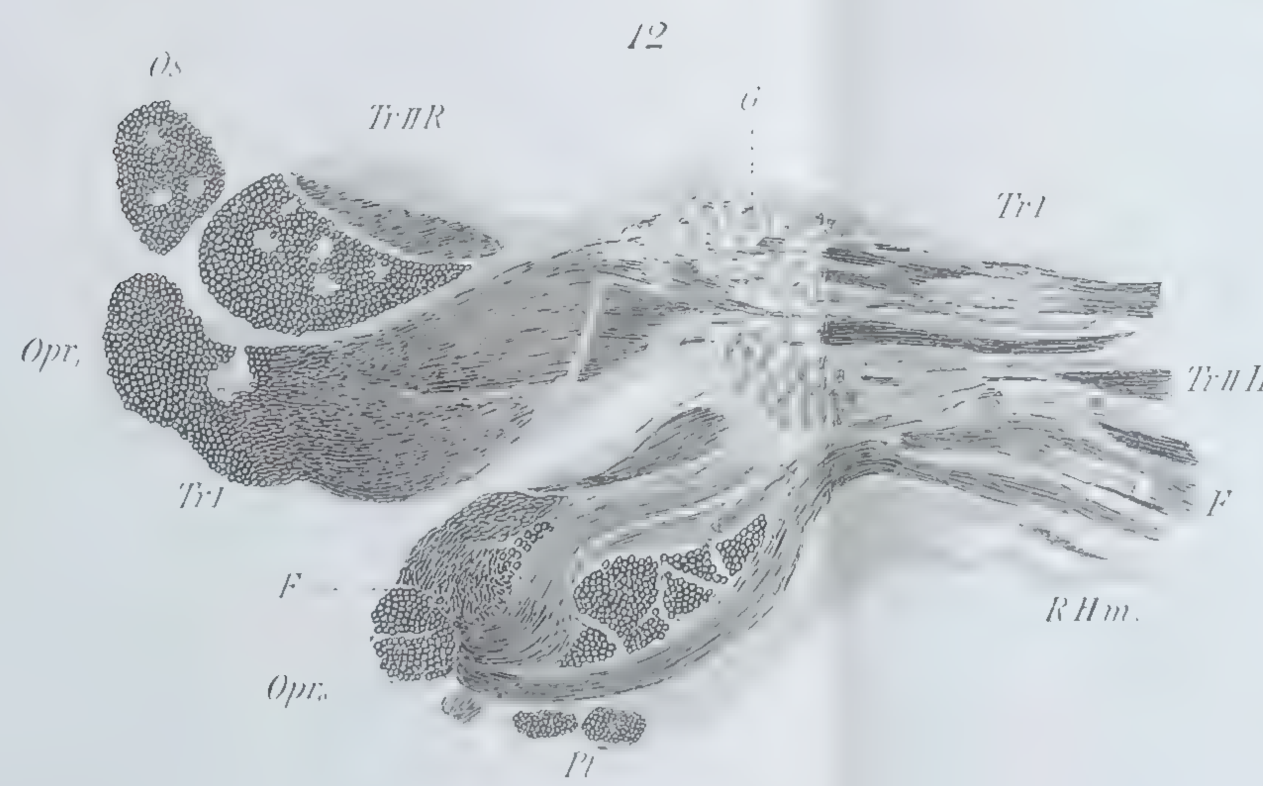

14.
Dl
Vgd
Lvg
Vgv
Vr
Fl
B
Com
Bf
BfK
III


10.
TrIIR
G
TrI
TrIIH-Frv
TrIrv
F
G
NVb


13.
CL
Crb
Vr
TrIrd
TrIrv
III


15.
CL
Frd
LF
a
Lglph
X
III
NTrI
Glphm
NTrII
BfK
0


9.
CL
TrIId
TrIIR
Frd
TrIIH
Ac
Frv
NTrI
Sc V TrB
Vg


12.
Os
TrIIR
G
TrI
Opr.
TrIIH
TrI
F
F
RHm.
Opr.
Pt

DER URSPRUNG DER VAGUSGRUPPE BEI DEN TELEOSTIERN

VON

DR. B. HALLER
PRIVATDOCENT AN DER UNIVERSITÄT HEIDELBERG.

MIT TAFEL I—IV UND 1 FIGUR IM TEXT.

Gegenbaur[1]) wies bekanntlich nach, dass der Vagus von einem Komplex von den Spinalnerven homodynamen Nerven dargestellt wird. Der Nachweis hiefür wurde nicht durch histologische Befunde an der Medulla oblongata, sondern durch die Feststellung des Verhaltens der Vagusäste zum Visceralskelett, sowie unter Anderem auch durch den Hinweis auf das Vorhandensein gewisser hinter einander liegender Knötchen in der lateralen Wand der Rautengrube, der sogenannten Lobi vagales erbracht. Nach Gegenbaur wird ferner die Hauptmasse des Vagus von oberen (dorsalen) Spinalnervenwurzeln gebildet, denen sich nur wenige ventrale Nervenwurzeln zugesellen. Erstere treten durch die dorso-laterale gemeinsame Oeffnung aus dem Kranium. Letztere begeben sich, entsprechend ihrer Zahl, durch kleine, von der obern Vagusöffnung ventro-median gelegene Kanäle nach aussen. Diese Auffassung erhielt sich bis zur Zeit, wo man dem Vagusverhalten der Fische nicht nur durch die Feststellung der histologischen Verhältnisse in der Oblongata, sondern zugleich auch durch das Verfolgen des peripheren Verhaltens der sogenannten unteren Vaguswurzeln näher trat. Da war es zuerst Rohon[2]), der auf Grund seiner histologischen Befunde die Behauptung aufstellte, dass der Vagus von einem gemischten System von vorderen (ventralen) und hinteren (dorsalen) Wurzeln gebildet wird und dementsprechend nur zum Theil den hinteren Spinalnervenwurzeln homolog ist. Die makroskopisch wahrnehmbaren, in der Rautengrube perlschnurförmig hinter einander lagernden Lobi vagales geben nach Rohon den Ursprung für die hinteren (oberen) Wurzelbündel des gemeinsamen Vagusstammes, während die vorderen (ventralen) Fasern desselben ihren Ursprung zum grössten Theile aus den durch einander liegenden grossen Ganglienzellen des sogenannten Bodengraues, zum kleinen Theil aus der Raphe nehmen. Ob diese letzteren auch aus der anderseitigen Hälfte des verlängerten Markes entspringen, hierüber theilt Rohon nichts mit.

---

1) C. Gegenbaur, Ueber die Kopfnerven von *Hexanchus* und ihr Verhältniss zur „Wirbeltheorie des Schädels“. Jenaische Zeitschr. f. Med. und Naturwiss. Bd. 6. 1871.

2) V. Rohon, Ueber den Ursprung des Nervus vagus bei Selachiern etc. Arb. a. d. Zool. Instit. zu Wien. Bd. 1. 1878.

Durch seine Untersuchungen an den Kopfnerven des Störes gelangte auch GORONOWITSCH[1]) zu ganz ähnlichen Resultaten wie ROHON. „Der Vagusstamm ist nicht bloss einem Komplex von dorsalen Wurzeln spinalartiger Nerven gleich zu stellen, wie das GEGENBAUR meinte, sondern einem Komplex von Nerven, welche dorsale, sowie ventrale Wurzelelemente enthalten.“ Der dorsale Kern jeder Vaguswurzel ist nach GORONOWITSCH als die Verlängerung der Oberhörner aufzufassen. Diese Kerne bilden ausschliesslich die Lobi vagales, deren Zahl 12—15 ausmachen soll[2]) und von denen die hintersten und vordersten schwächer als die zwischenliegenden sind. Jeder Lobus vagus führt, ähnlich wie bei den Selachiern nach ROHON, auch viele kleine Ganglienzellen. Die unteren Wurzelbündel des Vagus kommen aus der grauen Substanz des Vorderhornes, denn die Fortsätze der Vorderhornzellen sollen bis zu diesem Bündel verfolgbar sein. Auf diese Weise zieht die ventrale Vaguswurzel, der grauen Substanz lateralwärts anlagernd, dorsalwärts und bekommt einen Zufluss von Fasern aus einer Zellgruppe unterhalb der Lobi vagales. Die Zellen dieser Gruppe nennt GORONOWITSCH Zwischenzellen; sie sind identisch mit jenen Zellen der Haie, welche ROHON als Zellen der grauen Substanz bezeichnet.

Die dorsalen Vaguswurzeln führen feine, die ventralen grobe Fasern, doch sollen erstere im gemeinsamen Vagusbündel letztere an Zahl übertreffen. Die Vereinigung der dorsalen Wurzel mit der ventralen erfolgt extramedullär und da Erstere unter der letzteren liegt, so ist auch äusserlich eine Uebereinanderlagerung der beiden Wurzeln in den hinter einander gelegenen 12—15 Bündelpaaren zu beobachten.

Von einem Ursprung von Vagusfasern aus der entgegengesetzten Oblongatahälfte erwähnt auch GORONOWITSCH nichts.

Der fest vor dem ersten Vagusbündel lagernde Glossopharyngeus soll beim Stör schon ziemlich abgetrennt vom übrigen Vagus sein, doch soll er ganz auf dieselbe Weise entspringen wie der Vagus. Der einzige Unterschied soll zwischen den beiden darin bestehen, dass der Glossopharyngeus im Verhältniss zum Vagus eine grössere Zahl von dorsalen Fasern führt.

Auffallend ist es, dass weder ROHON noch GORONOWITSCH der als untere Vaguswurzeln von GEGENBAUR aufgeführten Bündel ausführlicher gedenken. Die Erforschung des peripheren Verhaltens dieser Nerven erfolgte bei den Selachiern erst durch JACKSON und CLARKE[3]) und nachher ausführlicher durch ONODI[4]).

Es wurde klar, dass diese „unteren Vaguswurzeln“ mit dem Vagus nichts zu thun haben, was GEGENBAUR auch sofort zugab und was aus seinen folgenden Worten

1) N. GORONOWITSCH, Das Gehirn und die Kranialnerven von *Acipenser ruthenus*. Ein Beitrag zur Morphologie des Wirbelthierkopfes. Morphol. Jahrbuch. Bd. 13. 1887.

2) Bei *Hexanchus* nimmt GEGENBAUR höchstens zehn Stämme für den Vagus an.

3) W. H. JACKSON and W. B. CLARKE, The brain and cranial Nerves of *Echinorhinus spinosus*. Journal of anatomy and physiology. Vol. 10.

4) A. ONODI, Neurologische Untersuchungen an Selachiern. Internationale Monatsschrift für Anatomie und Histologie. Bd. 3. 1888.

ersichtlich ist. Er sagt: „Da es erwiesen scheint, dass die metameren Kopfnerven der Selachier, obwohl als hintere Wurzeln entstehend, doch sensible wie motorische Bahnen führen, besteht auch von dieser Seite kein zwingender Grund, eine Uebereinstimmung mit Spinalnerven vorauszusetzen und von daher für sie auch untere Wurzeln zu postuliren[1]).“

Bei den *Cyclostomen* hat Ahlborn[2]) den Vagusursprung ungenau erforscht und von Vaguskernen bloss die „Zellen des Bodengraues“ gesehen. Auch er thut keine Erwägung eines Ursprunges aus der anderweitigen Hälfte der Oblongata. Im alten Sinne unterscheidet Ahlborn sensible und motorische Vaguswurzeln und versteht offenbar unter letzteren den Postvagalnerven. Dieser verlässt in geringer Entfernung vor dem Hypoglossus (?) das Kranium, und tritt dann mit diesem, wenn auch getrennt, an das Ganglion nervi vagi. „Letzter Umstand veranlasst mich“ sagt Ahlborn, „die Wurzeln des Vagus und Hypoglossus zu einer gemeinsamen Vagus-Hypoglossusgruppe zusammenzufassen“.

Soweit das spärliche Material es mir gestattete, habe ich den Vagusursprung bei den *Plectognathen* seiner Zeit verfolgt und beschrieben[3]). Meine Untersuchung ist jedoch ungenau ausgefallen, insofern ich nur den mittleren Vaguskern oder die „Zellen des Bodengraues“ für den Ursprung des Vagus in Anspruch genommen und den oberen Kern gar nicht berücksichtigt habe. Den mittleren Vaguskern habe ich nicht nur richtig beschrieben, sondern, soweit es die Carminpräparate gestatteten, auch die aus denselben abgehenden peripheren Fasern richtig erkannt und dargestellt. Mit Hilfe der Golgi'schen Methode hat dann in letzter Zeit van Gehuchten den Vagusursprung auch bei anderen Knochenfischen verfolgt[4]). Speciell waren es Embryonen der Bachforelle, an denen er seine Beobachtungen anstellte. Dieser Autor geht von der zur Zeit noch gangbaren Auffassung aus, dass die sensitiven Fasern ausserhalb des Rückenmarkes und Gehirnes entspringen und bloss dort enden[5]), dass mithin auch die sensorischen Vagusfasern (motorische Fasern wurden von van Gehuchten nicht beschrieben) ausserhalb der Oblongata in dem spinalen Vagusganglion entspringen. Dies geschieht auf die Weise, dass die centralen Fortsätze der bipolaren Ganglienzellen aus dem Spinalganglion sich in das verlängerte Mark begeben. Gleich nachdem sie hineingelangen, biegen sie caudalwärts um und werden auf diese Weise zur „absteigenden Wurzel“ des Vagus. An der Stelle nun, an der diese Fasern caudalwärts umbiegen, geben sie unter rechtem Winkel einen feineren Ast ab, der sich centralwärts wendet und in der Gegend des eigentlichen sensorischen Vaguskernes verästelt. Dies erfolgt in der Nachbarschaft ziemlich grosser

1) C. Gegenbaur, Die Metamerie des Kopfes und die Wirbeltheorie des Kopfskelettes, im Lichte der neueren Untersuchungen betrachtet und geprüft. Morphol. Jahrb. Bd. 13. 1888. pag. 64.

2) Fr. Ahlborn, Untersuchungen über das Gehirn der Petromyzonten. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 39. 1883.

3) B. Haller, Ueber das Centralnervensystem, insbesondere über das Rückenmark von *Orthagoriscus mola*. Morphol. Jahrb. Bd. 17. 1891.

4) A. van Gehuchten, Contribution à l'étude du système nerveux des Téléostéens. La Cellule, Tom. 10. 1894.

5) Diese irrige Auffassung über den Ursprung der hinteren Spinalnerven habe ich ausführlich widerlegt, (s. B. Haller, Untersuchungen am Rückenmarke der Teleostier. Morphol. Jahrb. Bd. 22. 1895).

Ganglienzellen, „die wahrscheinlich die centralen sensitiv-nervösen Elemente, d. h. die wesentlichen Zellen des sensitiven Endkernes vom peripherischen Nerven darstellen.“ Ihrer Lage nach sind diese durch van Gehuchten angegebenen Zellen die Zellen des mittleren Vaguskernes oder des Bodengraues der Autoren. Sonderbarer Weise sah van Gehuchten keinen peripheren Achsencylinderfortsatz von ihnen in den peripheren Vagusstamm übertreten. Wichtig ist es, dass van Gehuchten an diesen Zellen einen Achsencylinderfortsatz beobachtete, der die Raphe passirend, auf die anderseitige Hälfte der Oblongata gelangt. Hier biegt er dorsalwärts um und setzt sich auf diese Weise in das Längsbündel fort oder spaltet sich zuvor in zwei Aeste. Ob der Autor neben der angeführten Ursprungsweise auch noch eine andere (die motorische) für den Vagus voraussetzt, lässt sich aus seiner Schrift nicht feststellen.

Innerhalb der Ordnung der Knochenfische kommt es durch Vereinigung der sogenannten unteren Vaguswurzeln mit ächten Vagusbestandtheilen zu einem Nervenkomplex eigener Art; doch möchte ich, bevor ich diese Verhältnisse geschichtlich erörtere, die viel einfachern diesbezüglichen Verhältnisse der *Selachier* besprechen. Bekanntlich kommen die sogenannten unteren Vaguswurzeln in der Drei- bis Vierzahl vor (einmal fand Gegenbaur bei *Hexanchus* sogar fünf), die durch ebensoviele Oeffnungen lateralwärts von dem Foramen occipitale, aus dem Kranium nach aussen gelangen. Aus der Zahl dieser Oeffnungen lässt sich somit auch ihre Zahl bestimmen. Bei *Hexanchus* giebt es 4—5, bei *Heptanchus* 3, bei *Scymnus* 2 und bei *Mustelus* eine solche Oeffnung.[1]) Diese letzte Zahl erhält sich bei den *Rochen* durchgehends. Es fand also bei den *Selachiern* eine Reduktion dieser Nerven statt, bis zum Schlusse ein einheitlicher Nerv sich bildete. Dieser vererbte sich dann sowohl auf *Teleostier* als auch auf die *Ganoiden* und ist als solcher auch bei den *Dipnoern* nachweisbar[2]) und ich möchte ihn in dieser Form als Postvagalnerven bezeichnen. Da er bei den *Selachiern* nur aus unteren (motorischen) Wurzeln besteht, so ist er auch bei den *Teleostiern* nur in dieser Form als primär zu betrachten.

Nach den Untersuchungen von Jackson und Clarke[3]) sowie nach jenen von Onodi[4]) gehen die sog. unteren Vaguswurzeln Beziehungen zum Vagus und zu den ersten Spinalnerven ein. Bei *Echinorhinus*, bei dem vier solche Nerven vorkommen sollen, soll der erste von ihnen auch einen Schultermuskel innerviren, der den Skapulartheil des Schultergürtels mit dem Schädel verbindet. Die drei andern Nerven geben je einen Zweig auch an diesen Muskel, doch vereinigen sie sich dann insgesammt mit einem Nervenstrange, der von allen vier ersten Spinalnerven gebildet wird. Dieser Nervenstrang geht eine Anastomose mit einem Muskelzweig des vierten Kiemenastes des Vagus ein, worauf er dann den fünften Spinalnerven annimmt. Der so gebildete gemeinsame Stamm versorgt die Muskulatur der Brustflosse, aber

1) Siehe C. Gegenbaur, Untersuchungen zur vergl. Anatomie der Wirbelthiere. III. Heft. Das Kopfskelett der Selachier. Leipzig 1872.

2) Siehe R. Burckhardt, Das Nervensystem von *Protopterus annectens*. Berlin 1892. — Auch bei den Cyclostomen scheint er in dieser Form zu bestehen.

3) l. c. 4) l. c.

auch Muskeln, die vor dem Schultergürtel lagern. Wie schon angeführt wurde, war Gegenbaur anfangs der Meinung, dass die sog. unteren Vaguswurzeln dem Vagus angehören, doch ist er in Anbetracht der eben angeführten Beobachtungen heute der Ansicht, dass diese Nerven der Selachier „erst sekundär in den Bereich des Kopfes gelangt sind". Ferner meint er, dass, da diese Nerven im Vereine mit den ersten fünf Nervenpaaren auch Bezirke innerviren, welche unmöglich jenem des Hypoglossusgebietes zuzurechnen sind, aber auch das Gebiet des Hypoglossus versorgen; man weder diesen Nerven noch den mit ihnen sich verbindenden Spinalnerven „und noch weniger beiden zusammen die Hypoglossusbedeutung zusprechen könne. Es kann vielmehr nur gesagt werden, dass der Hypoglossus erst aus jenen Nerven sich sondere". Speciell als Hypoglossusgebiet betrachtet Gegenbaur das „Vereinigungsgebiet des Sammelstranges an ventrale Muskulatur, welche sich zu den Kiemenbogen verbreitet".

Bei den Teleostiern giebt es bezüglich des Postvagalnerven Verhältnisse, die noch an jene der Selachier erinnern, die der Salmoniden u. A.; bei anderen Formen aber haben sich dieser Nerv und andere Nerven zu einem einheitlichen interkranialen Stamm vereinigt. Diese Vereinigung findet ihren höchsten Ausdruck bei den Cyprinoiden. Es entsteht bei ihnen auf diese Weise der Nervus accessorius Weberi. Durch E. H. Weber entdeckt, wurde er von Bischoff bei mehreren Cyprinoiden (*Cyprinus carpio*, *Leuciscus*, *Barbus*) ausführlichst beschrieben[1]. So tritt dieser Nerv bei *Cyprinus carpio* mit zwei Wurzeln aus der Oblongata heraus und beginnt dann sofort mit einer gangliösen Verdickung. In diese senken sich dann noch zwei andere Wurzeln ein, deren eine direkt aus dem Trigeminus-Ganglion und die andere aus einem Verbindungsast zwischen Trigeminus und Vagus stammt. Aus der gangliösen Verdickung des Weber'schen Accessorius treten ein mittlerer mächtigerer und zwei schwächere — ein medianer und ein lateraler — periphere Nerven ab. Der zweite Ast innervirt „Spinalmuskeln" während der dritte an die Befestigungsmuskeln des Occipitalbeines gelangt (ad musculos occipiti affixos). Der mittlere ist der eigentliche Stamm. Bei *Barbus* soll sich zwischen dem Ganglion des Weber'schen Accessorius — der gleich wie bei dem Karpfen eine untere, aber dickere und eine obere dünnere Wurzel aus der Medulla oblongata erhält — und dem Trigeminus-Ganglion (das aber Bischoff fälschlicher Weise nur theilweise mit dem gleichen Ganglion des Karpfens für homodynam hält und es das gemeinsame Trigeminus-Acusticus-Vagusganglion nennt) nur eine, aber recht ansehnliche Verbindung vorfinden. Aus dem Ganglion treten bloss der eigentliche Stamm und ein Muskelast heraus. Weiter bezieht nach Bischoff bei *Leuciscus* das Weber'sche Accessorius-Ganglion, das gleich wie bei den zwei anderen Formen durch zwei Wurzeln mit der Oblongata verbunden ist, nur eine feine Verbindung mit dem Trigeminus-Ganglion.

Von diesen kombinirten Nerven der Cyprinoiden, sowie von dem einwurzeligen, dem ersteren entsprechenden Nerven der anderen Knochenfische und dem des Störs nahmen Cuvier und Buechner an, dass er dem Nervus hypoglossus entspräche.

1) L. W. Th. Bischoff, Nervi accessorii Willisii anatomia et physiologia. Diss. inaug. Heidelbergae. 1832.

Buechner[1]) giebt sowohl von dem Ursprung als auch von der Verbreitung dieses Nervens eine zutreffende Schilderung für die Barbe. Nach ihm entpringt dieser vermeintliche Hypoglossus hinter der Oblongata mit einer dickeren, unteren und einer dünneren, dorsalen Wurzel. An der Vereinigungsstelle beider Wurzeln verbreitert sich die obere Wurzel zu einem kleinen Ganglion, aus welchem ein feiner Nerv abgeht, der sich nach oben begebend in die Spinalmuskeln gelangt. Auch die untere Wurzel giebt aus sich einen ähnlichen Ast ab. An dieser Vereinigungsstelle der beiden Wurzeln des gemeinsamen vermeintlichen Hypoglossus tritt auch die Verbindungswurzel aus dem Trigeminus an denselben. Auch befindet sich hier eine oblonge Verdickung, die jedoch Buechner nicht für gangliös hält.

Bezüglich des peripherischen Verhaltens giebt Buechner von diesem Nerven an, dass er, nachdem er die Schädelhöhle durch die bekannte Oeffnung verlassen, hinter den Kiemen sich in zwei Aeste spaltet. Der hintere stärkere Ast vereinigt sich mit dem unteren Ast des ersten Spinalnerven und gelangt somit mit diesem in die Muskulatur des Schultergürtels. Der vordere schwächere Ast begiebt sich in die Muskulatur des Pharyngealknochens. Auch der Musculus sterno-hyoideus erhält von diesem einen Ast Nerven, wie dies übrigens bereits Cuvier ausgegeben hatte. Der Auffassung Cuvier's, Buechner's und E. H. Weber's, dass dieser Nerv der Hypoglossus sei, tritt Stannius[2]) entgegen. Es scheint ihm bedenklich, einen Nerven als Hypoglossus zu bezeichnen, der einen Ast zur Bildung des Plexus brachialis abgiebt. Dabei ist ihm der Umstand, dass dieser Nerv bei den Teleostiern direkt aus der Schädelhöhle austritt, nicht maassgebend, und er nimmt darum mit Desmoulin an, dass derselbe der erste Spinalnerv sei, der allerdings die Hypoglossusfasern auch in sich führt. Die Annahme, dass es sich um einen Nervus accessorius Willisii handele, wurde schon von Bischoff[3]) und E. H. Weber widerlegt.

Nach Gegenbaur wäre der Weber'sche Accessorius am ehesten so zu denken, dass er einen Theil des hintersten Abschnittes des Vagus, „als einen Theil des gesammten Vagus der Haie, als eine aus dem letzteren entstandene Sonderung, welche die auf einen Faden reducirten unteren Wurzeln, sowie den gleichfalls auf einen Nervenfaden reducirten hinteren Abschnitt der oberen Wurzelreihe des Vagus in sich begreift".[4]) Was ferner den selbstständigen Austritt des Weber'schen Accessorius aus der Schädelhöhle neben dem Foramen occipitale betrifft, so meint Gegenbaur, dass die Oeffnung nichts Anderes, als die vereinigten, hinter einander lagernden Oeffnungen für die von ihm dazumal als untere Vaguswurzeln gedeuteten Nerven darstellen müsste. Nach Gegenbaur würde somit der Weber'sche Accessorius ein aus den vermeintlichen unteren Vaguswurzeln (dem Postvagalnerven mihi) und aus einer oberen Vaguswurzel sich sekundär gebildeter Nerv sein. Darum gab ihm Gegenbaur den Namen Weber'scher Accessorius.

---

1) G. Buechner, Memoire sur le système nerveux du *Barbeau*. Mém. d. l. société du Museum d'histoire naturelle de Strasbourg. Tom. 3. 1835. pag. 27—28.

2) H. Stannius, Das peripherische Nervensystem der Fische. Rostock 1849. pag. 123.

3) l. c. pag. 51.

4) Die Kopfnerven von *Hexanchus*. Jen. Zeitschr. Bd. 6. 1871. pag. 529.

Der Weber'sche Accessorius kommt in der Form, wie er sich bei Cyprinoiden vorfindet, soviel bisher bekannt, nur bei diesen Teleostiern vor und ist meiner Ansicht nach in dieser Form aus gewissen Verhältnissen der Koncentration der Oblongata dieser Thiere erklärbar. Ganz selbstständig kommt der Postvagalnerv u. A. bei den Salmoniden und *Esox* vor. Er soll nach Stannius[1]) bei den Gadiden einen weiter nach hinten gelegenen Ursprung besitzen und ausserhalb des Kraniums liegen(?).

Für *Acipenser* giebt Stannius an, dass der Postvagalnerv mit zwei hintereinanderlagernden Vorderwurzeln entspringt und einen äusserst langen Verlauf in der Schädelhöhle hat, doch erst aus dem Rückenmarkkanal nach aussen abtritt.

Mit den Verhältnissen dieses Nerven bei zahlreichen anderen Teleostiern, wie sie von Stannius beschrieben wurden, möchte ich mich hier nicht beschäftigen, da meiner Ansicht nach jene Fälle theils einer Kontrolle bedürfen, theils aber aus den Verhältnissen der beiden hier angeführten typischen Fälle (Salmoniden und Cyprinoiden) erklärbar sind.

Ich will nun versuchen, diese typischen Fälle nach eigenen Beobachtungen zu schildern. Bei der Gattung *Salmo* (*Salmo fario* und *irideus*) fand ich, dass der Postvagalnerv (Fig. 5 *w*) unterhalb und hinter dem Vagus (*vg*) mit zwei hinter einander lagernden, kurzen ventralen (vorderen) Wurzeln entspringt, die sich nachher zu einem gemeinsamen Stamme vereinigen. Dieser legt sich eine kurze Strecke dem interkranialen Theile des Rückenmarks lateralwärts fest an, um dann durch die bekannte Oeffnung aus dem Kranium nach aussen zu gelangen. Ausserhalb des Kraniums verläuft der Postvagalnerv eine Strecke weit knapp hinter der Kiemenöffnung und vereinigt sich mit dem ersten (1) und zweiten Spinalnerven (2) zu einem recht ansehnlichen Stamm (*m*), der sich in der Muskulatur der Brustflosse verliert. Vorher schon giebt er einen Ast (*p*) ab, der sich verhältnissmässig oberflächlich fortsetzt, dessen weiteres Verhalten ich jedoch nicht verfolgt habe. Das interkraniale Rückenmark (*cr*), welches zwischen den Wurzeln des Postvagalnerven und des ersten Spinalnerven liegt, ist bei der Gattung *Salmo* im Verhältniss zu dem anderer Knochenfische sehr kurz. Als wichtigen Befund möchte ich hervorheben, dass der Postvagalnerv bei *Salmo* nur untere (ventrale) Wurzeln besitzt und, mit den zwei ersten Spinalnerven sich vereinigend, die Muskulatur der Brustflosse innervirt und somit zu jener Gegend, welche den Hypoglossusbezirk der Fische darstellt, keine Aeste entsendet. Diese Gegend wird vielmehr von einem Ast des Vagusstammes versorgt (*rhy*), der, vor dem Ramus intestinalis *n.* vagi (*ri*) sich abzweigend, unterhalb (ventralwärts) und hinter der Kieme die Schlundwand durchsetzt und sich in der hinteren seitlichen Schlundwand verästelt.

Auch bei dem Hechte besitzt der Postvagalnerv nur ventrale Wurzeln und es scheint das Verhalten dem bei *Salmo* zu entsprechen. Weder bei *Salmo* noch bei *Esox* kommt an dem Postvagalnerven eine gangliöse Verdickung vor.

---

1) l. c.

Bei *Anguilla* ist der Postvagalnerv in jener Einfachheit wie bei *Esox* und *Salmo* nicht mehr anzutreffen, denn ausser den zwei untern Wurzeln (Fig. 25) besitzt er (*w'*) noch eine feine dorsale Wurzel und an der Stelle, an welcher sich die drei Wurzeln treffen, befindet sich ein Ganglion, von dem dann der einheitliche Nervenstamm abgeht. Das periphere Verhalten des Stammes habe ich nicht verfolgt. Das interkraniale Rückenmark ist sehr lang (*cr*), doch legt sich der Stamm des Nerven (*w'*) demselben nicht an, sondern begiebt sich direkt in die Austrittsöffnung im Kranium. Dieser Nervenstamm des Aales ist dem einfachen Postvagalnerven, wie er bei *Salmo* und *Esox* vorkommt, nicht mehr direkt gleich zu stellen, denn er fasst jenen bloss in sich.

Ich habe bereits bei Besprechung der Literaturangaben angeführt, dass der Weber'sche Accessorius der *Cyprinoiden* auch eine Wurzel aus dem Trigeminusganglion erhält. Diese Verbindung wurde in neuerer Zeit auch bei *Abramis brama* von Boudelot[1]) beschrieben. Seine diesbezüglichen Angaben für *Cyprinus carpio* sind nicht so genau, wie jene der älteren Autoren. Indem ich mich hier mit diesem Hinweis auf Boudelot's Angaben begnüge, will ich mit der Mittheilung meiner eigenen Erfahrungen über das Verhalten des Weber'schen Accessorius bei *Cyprinus carpio* beginnen. Die beiden hinter dem Vagus entspringenden Wurzeln des Weberschen Accessorius sind bei dem Karpfen vermöge der grossen Koncentration des verlängerten Markes, nach vorne gerückt. Die ventrale Wurzel (Fig. 8 β), die mächtiger als die dorsale (γ) ist, rückt etwas weiter nach vorne als diese und liegt in einer horizontalen Ebene mit dem hinteren Ende der beiden grossen Lobi vagi. Auch die obere Wurzel reicht bis zu der Stelle, an welcher das Rückenmark sich dorsalwärts zu verdicken beginnt (Fig. 15), um dann in die beiden Lobi vagi über zu gehen.

Ueber den Ursprung der beiden Wurzeln soll erst weiter unten berichtet werden; hier möchte ich bloss bemerken, dass sie bei verschiedenen Individuen eine verschiedene Länge besitzen können (Figg. 8, 9).

Das periphere Ganglion des Weber'schen Accessorius hat eine spindelförmige Gestalt und der aus demselben sich fortsetzende Stamm (Figg. 8, 9 *w*) eine ansehnliche Dicke. Von vorne senkt sich in das Ganglion die recht breite Wurzel aus dem Trigeminus-Komplex (α). Von dieser habe ich ein viel komplicirteres Verhalten ermitteln können, als bisher angenommen ward. Sie zieht ventro-lateral dem verlängerten Marke anlagernd, vom Trigeminus-Ganglion (Fig. 9, *trg. g*) bis zu dem Ganglion des Weber'schen Accessorius. Hinter dem Trigeminus-Ganglion, doch etwas nach hinten zu, entfernt von demselben, spaltet sich diese Wurzel in zwei Aeste, welche den N. abducens (Figg. 8, 9, *abd*) zwischen sich fassen. Während nun der äussere Ast sich in das Trigeminus-Ganglion derselben Seite einsenkt (Fig. 9), begiebt sich der innere Ast auf die anderseitige Hirnhälfte und senkt sich vor dem äusseren Ast der anderseitigen Wurzel in das Trigeminus-Ganglion ein. Hierdurch entsteht eine Kreuzung der beiderseitigen inneren Wurzeläste (Fig. 9). Es giebt aber bezüglich

1) E. Boudelot, Recherches sur le système nerveux des poissons. Paris 1883.

dieser inneren Aeste noch zwei Variationen. Bei manchen Individuen habe ich nämlich gefunden, dass der innere Ast an der linken Wurzel fehlt, und diese an der Stelle, an der er sich zu gabeln hatte, mit seinem innern Rande hinter dem Abducens, dem ventralen Gehirntheil fest angewachsen war. Es kann sich bei manchen Individuen auch auf beiden Seiten so verhalten und die inneren gekreuzten Aeste fehlen dann. Diese beiden Variationen sind nur so zu erklären, dass, wie das ursprünglich auch sein musste, diese inneren Aeste einer oder beider ventraler Wurzeln, innerhalb des Gehirns liegen.

Ausser den zwei Endwurzeln erhält aber der Hauptwurzelstamm noch jederseits 2—3 Fäden aus dem Facialisaste (Figg. 8, 9 *fa*) des Trigeminus. In dem abgebildeten Falle gab der linke Facialisast drei, der rechte zwei Wurzelfäden an den gleichzeitigen Wurzelstamm ab.

Dorsalwärts tritt aus dem Ganglion des Weber'schen Accessorius ein feiner Ast ab (Figg. 8, 9 *s*), der, der lateralen Schädelwand der Occipitalgegend fest anlagernd, dorsalwärts zieht und sich hier mit einem feinen Nerven aus den hintersten Vagusbündeln (Fig. 8, *s'*) zu einem gemeinsamen Stamme (*d*) vereinigt, der dann durch eine besondere Oeffnung (Fig. 4 *nd*) hinter dem Austritt der dorsalen Trigeminusastes (Figg. 4, 8, 9, *rd*) nach aussen gelangt. Etwas oberhalb der Vereinigungsstelle dieser beiden feineren Nerven, tritt aus dem gemeinsamen Stamme ein sehr feiner, darum leicht zu übersehender Ast (Figg. 4, 8) ab, der sich innerhalb der Schädelhöhle sofort verästelt und allem Anscheine nach die Gehirnhaut innervirt.

Nachdem der Weber'sche Accessorius die lateralwärts vom Hinterhauptloche gelegene Oeffnung passirt, nimmt er hinter der Kiemenöffnung eine sehr tiefe Lage auf der Leibeswand ein (Fig. 4, *w*). In dieser Lage begiebt er sich ventralwärts und theilt sich alsbald in zwei Aeste. Der vordere Ast (*a*) gelangt noch weiter nach unten, durchbohrt dann hinter der Kiemenöffnung die Leibeswand und breitet sich in derselben Gegend aus, die bei der Gattung *Salmo* der Hypoglossusast des Vagusstammes versieht. Der Hypoglossusast des Vagusstammes fehlt bei *Cyprinus* vollständig.

Der hintere Ast (*b*) verbindet sich mit einem Ast (*c*) des ersten Spinalnerven (*1*), und der so entstandene gemeinsame Stamm senkt sich in die Brustflosse ein, deren Muskulatur zum grössten Theil innervirend. Ausser diesem Nerven gelangten noch ein zweiter Ast (*d*) des ersten Spinalnerven und ein Ast (*d'*) des zweiten Spinalnerven (2) an die Brustflosse, während ein sehr hoch vom ersten Spinalnerven abzweigender Ast (*e*) Rumpfmuskeln innervirt.

Der Weber'sche Accessorius ist entstanden zu denken, durch Vereinigung verschiedener, bei manchen Vertretern der Teleostier (Salmoniden u. A.) noch getrennt von einander bestehender Nerven, beziehungsweise Nerventheile, wie dieses übrigens, wie oben erwähnt, auch von Gegenbaur angenommen wurde. Zu erörtern wäre aber immerhin, auf welche Weise und aus was für Nerven, oder aus welchen Theilen derselben dieser Nerv entstanden ist.

Als ein Hauptbestandtheil desselben ist der Postvagalnerv zu betrachten. Dieser bei den Salmoniden sowie bei zahlreichen anderen Knochenfischen einheitliche Nerv ist, wofür die älteren Vertreter der Selachier einstehen, durch die Verschmelzung mehrerer, (4—5) hinter einander lagernder, ausschliesslich aus ventralen Wurzeln bestehender Spinalnerven (untere Vaguswurzeln Gegenbaur's) entstanden. Der Verschmelzungsprocess lässt sich bei den Selachiern noch feststellen, bei denen noch Uebergangsstadien bis zu dem einheitlichen Nerven (Mustelus, Rochen) zu beobachten sind. Dieser einheitliche Nerv ist dann bei den meisten Teleostiern erhalten, und wir dürfen somit das Verhalten, welches ich für die Gattung *Salmo* beschrieben habe, als ein für die Knochenfische ursprüngliches und direkt von jungen Selachiern ererbtes ansehen und unsere weiteren Betrachtungen von hieraus beginnen.

Bei diesen Knochenfischen geräth der Postvagalnerv in direkte Beziehung zu dem ersten und zweiten Spinalnerven und aus diesem so entstandenen sehr einfachen Plexus entsteht ein starker Nerv, der zur Innervirung des Schultergürtels und der Brustflossen dient. Da weder aus diesem Plexus, noch aus dem Postvagalnerven ein Ast abgeht, der die Hypoglossusgegend versorgt, so ist anzunehmen, dass weder die beiden ersten Spinalnerven, noch der Postvagalnerv der Fische mit dem Hypoglossus der höher stehenden Wirbelthiere irgend eine Beziehung haben. Ein Hypoglossusast wird bei den Fischen vielmehr vom Vagusstamme abgegeben, der jedoch mit dem obigen Plexus in keiner oder doch nur scheinbar in Beziehung steht. Betrachten wir ferner die bekannten diesbezüglichen Verhältnisse der Selachier, wie sie besonders bei *Echinorhinus*, also einer nicht zu den ältesten Formen gehörenden Gattung eruirt worden sind, so ergiebt sich, dass auch hier, wie ich es weiter oben angeführt, die Postvagalnerven in Verbindung mit den ersten fünf Spinalnerven die Muskulatur des Schultergürtels und der Brustflosse innerviren und der Hypoglossuszweig aus dem Vagus in diesen Plexus gelangt. Wenn nun Gegenbaur behauptet, dass der Hypoglossus in diesem Plexus enthalten sei und sich aus diesem später herausbildet, so liesse sich gegen diese Annahme speciell für gewisse Selachier nichts Gewichtiges einwenden, doch wäre in Anbetracht des Vorgetragenen zuzusetzen, dass jener primäre Hypoglossus erst sekundär aus dem Vagusbündel in diesen Plexus gelangt sei. Vielleicht liessen sich dann bei den Notidaniden Verhältnisse antreffen, die dem primären Verhalten viel näher stehen und wo der Hypoglossusast sich noch aus dem Vagus direkt abzweigen würde, ohne vorher dem genannten Plexus sich beizugesellen und von welchem primären Verhalten die Knochenfische (Salmoniden u. v. A.) ihr Verhalten ererbt hätten, denn für die Teleostier würde es wohl zulässiger sein, eine direkte Vererbung anzunehmen, als an eine tertiäre Erwerbung zu denken.

Von dem Postvagalnerven der Selachier und dem der Teleostier und der Knochenganoiden (oder aller Ganoiden?) lässt sich wohl annehmen, dass sie die ersten Spinalnerven repräsentiren, deren dorsale Wurzeln sich rückgebildet haben. Hiefür spricht nicht bloss ihr peripheres Verhalten, sondern auch ihr Ursprung, der sie als ächte untere Spinalnerven kennzeichnet.

Der Postvagalnerv bildet den Hauptbestandtheil des Weber'schen Accessorius[1]. Es kommt diesem aber noch auch eine obere Wurzel zu, und an der Vereinigung beider Wurzeln befindet sich ein Ganglion. Darum wäre die Frage zu erörtern, welchem Bestandtheil anderer Teleostier, würden diese obere Wurzel und das Ganglion entsprechen? Obgleich die Auffindung von Zwischenstadien noch zur Erklärung beitragen wird, so glaube ich immerhin, dass bereits heute die Erklärung gesichert ist, nach welcher die obere Wurzel des Weber'schen Accessorius jenem Theil des Vagus entspricht, der die Hypoglossusgegend zu versorgen hat und welcher Theil unter anderen Vertretern der Teleostier auch bei den Salmoniden noch dem centralen Vagusgebiet angehört. Für diese Annahme sprechen zwei Thatsachen: 1) der Ursprung der oberen Wurzeln des Weber'schen Accessorius und 2) das periphere Verhalten derselben. Was speciell diesen Ursprung betrifft, so möchte ich vorgreifend der Beschreibung der histologischen Verhältnisse, auf die ich bezüglich der Details verweisen muss, mittheilen, dass er in jeder Beziehung dem des Vagus entspricht. Bezüglich des peripheren Verhaltens wäre bloss zu wiederholen, dass der Hypoglossusast des Vagus bei jenen Teleostiern mit einem Weber'schen Accessorius, nicht mehr vom Vagus, sondern von jenem sich abzweigt. Ausser diesen beiden Befunden scheint mir aber noch ein dritter für meine Annahme zu sprechen. Wie ich es nämlich bereits weiter oben erörtert habe, tritt aus dem Ganglion des Weber'schen Accessorius ein feiner dorsaler Ast noch innerhalb des Kraniums ab, der sich mit einem feinen Aste des hintersten Vagusbündels vereinigend, das Kranium dorsalwärts durch eine besondere Oeffnung verlassend zur Kopfhaut gelangt. Die sensitiven Faserursprünge in der dorsalen Wurzel des Weber'schen Accessorius wären dann zum Theil wenigstens auf diesen feinen Nerven zu beziehen, dessen peripheres Verhalten dafür einsteht, dass er ursprünglich dem Vagus angehörte. Meine Behauptung geht somit dahin, dass der Weber'sche Accessorius, der nur bei einem verhältnissmässig geringen Theil der Knochenfische sich vorfindet, auf die Weise zu Stande kam, dass der Hypoglossustheil des Vagus sich von diesem abtrennte und allmählich nach hinten rückend, sich mit dem nach vorne rückenden Postvagalnerven vereinigte, wobei auch ein zugehöriger Theil des spinalen Vagusganglion mitwandern musste. Es musste dabei der betreffende Theil des Vagus sich abgeschnürt haben, um mit dem Postvagalnerven in der Occipitalregion allmählich zu verschmelzen und auf diese Weise eine gemeinsame Austrittsöffnung zu erhalten. Dieser Process wird wohl an dem Kranium phyletisch, vielleicht auch ontogenetisch nachweisbar sein. Ob freilich dieser Process innerhalb der Gruppe der Cyprinoiden — wo eine Koncentration der Oblongata durch verschiedene Genera (*Leuciscus*, *Barbus*) hindurch bis *Cyprinus* verfolgbar ist — sich abspielte und von ihnen aus andere Formen, bei denen durch tertiäre Streckung jene Koncentration

1) Auf das Verhalten, wonach in manchen Fällen der Postvagalnerv aus zwei ventralen Wurzeln sich bildet, ist weiter kein Gewicht zu legen.

abermals ausgeglichen ward (Muraeniden n. A.), den Weber'schen Accessorius ererbten, ist eine Frage, die erst mit der genauen Feststellung der in den Anfängen bearbeiteten phyletischen Beziehungen der Knochenfische unter einander zur Beantwortung gelangen dürfte.

Histologische Verhältnisse.

Hier möchte ich nun auf die histologischen Verhältnisse des Vagusursprunges eingehen. Zuerst sollen dieselben bei *Salmo fario* besprochen und erst nach Erledigung dieser einfacheren Verhältnisse, die durch die Koncentration erlangten komplizirten Einrichtungen des Karpfens erörtert werden. Was die Untersuchungsmethode betrifft, so habe ich als Untersuchungsmaterial für die langsame Golgi'sche Methode auch hier wie bei dem Rückenmarke mit Erfolg möglichst kleine Exemplare von *Salmo fario* verwendet. Embryonen und junge Thiere mit Dottersack kamen nur ausnahmsweise zur Verwendung. Selbst bei den möglichst kleinsten Exemplaren von *Perca fluviatilis*, *Leuciscus argenteus*, *erythrophthalmus*, *rutilus*, *Squalius cephalus*, *Barbus fluviatilis* und *Cyprinus Carpio* erlangte ich nur ab und zu ein Präparat, an dem irgend eine Ganglienzelle gut geschwärzt war.

Was den Vagusursprung der Forelle betrifft, so unterscheide ich, wie ich dies bereits in einem Vortrage in der fünften Versammlung der Deutschen Zoologischen Gesellschaft in Strassburg mitgetheilt habe, drei Vaguskerne, die alle auf einem und demselben Querschnitt übereinander lagernd zu sehen sind. Es sind dies: 1) der sensorische dorsale Kern, 2) der motorische mittlere Kern und 3. der motorische untere Kern. Um diese Kerne auch nach ihrer Ausbreitung zu studiren, wurden vielfach auch Tinktionspräparate (Ammon. Karmin, Hämatoxylin), die der Quere und der Länge des Rückenmarkes nach geschnitten wurden, sowie des Faserverlaufs wegen auch Weigert-Pal'sche Präparate verwendet. Wegen der Orientirung sollen zuerst die drei Vaguskerne mit Berücksichtigung ihrer Topogrophie an Tinktionspräparaten erörtert werden. Dies geschieht wohl am besten, wenn ich mit der Schilderung des allmählichen Ueberganges von Rückenmark in die Oblongata beginne[1]).

1) Ich bemerke hierbei, dass ich die vielfach aus der Gehirnanatomie der höheren Säugethiere entlehnten Benennungen der Autoren bei den Fischen nur insofern verwenden möchte, als die Homodynamie der Theile ausser Zweifel gestellt ist (wie z. B. von den Vorderstranggrundbündeln), dass ich aber in zweifelhaften Fällen solche Benennungen, besonders wenn sie blosse Namen sind, ohne weitere Bezeichnung der Beziehungen der Theile zu einander, vermeiden möchte. Dabei gehe ich natürlich von dem von mir schon oft betonten Standpunkte aus, dass die Hirnanatomie erst bei den niedersten Wirbelthieren gründlich durchgearbeitet werden muss, und dass man, Schritt für Schritt in der Reihe der Wirbelthiere aufsteigend, die Homologien mit den einzelnen Theilen des Säugethierhirns festzustellen hat. Nur auf diese Weise würden ja auch bisher allgemeine Gesichtspunkte erzielt. Ausserdem muss aber auch betont werden, dass gewisse Theile im Hirne der Säugethiere gar keine homodymamen Theile im Fischhirn besitzen können, da diese Theile hier gar nicht zur Scheidung von andern Theilen gelangten; sie lagern diesen Theilen zur Unkenntlichkeit ein, oder sind mit ihnen vermengt. Dies ist hauptsächlich der Fall bei Längsbahnen.

Die Zellen des mittleren Vaguskernes reichen auch noch bis hinter die Rautengrube (Fig. 27), wo sie dann an Zahl immer mehr abnehmen, bis zum Schlusse nur noch einzelne Zellen das Vorhandensein desselben andeuten (Fig. 13, 14). Die Strecke zwischen dem Ende der Rautengrube und dem hinteren Ende des mittleren Vaguskernes ist bei *Salmo* nur kurz, bei *Esox* jedoch länger. Hinter der Rautengrube giebt es Stellen, an denen die Ganglienzellen des mittleren Vaguskernes durch ihre typische dreieckige Form auffallen, doch giebt es auch eine grosse Zahl von solchen Zellen unter ihnen, welche diese Form nicht besitzen; bei der festen Aneinanderlagerung des mittleren Vaguskernes (Fig. 28 *m k*) an die Zellen des Vorderhornes (*v h*) wird dann besonders durch das Vorhandensein zahlreicher solcher Zellen im mittleren Vaguskern, der Uebergang in die Vorderhornzellgruppe ein so vollkommener, dass eine Abgrenzung beider Zellgruppen gegen einander unmöglich wird. Dies ist besonders gut bei *Esox* zu sehen.

Am Ende der Rautengrube (Fig. 13) ist die Anordnung der einzelnen Theile der weissen Substanz, wie man sie im Rückenmark antrifft[1]), noch deutlich erhalten. An der dorsalen Peripherie des Dorsalstranges findet man bei *Salmo* jene Schichten feinster markloser Längsfasern (Figg. 13, 14 *p*), die ich bereits in dem vorderen Theil des Rückenmarkes der Bachforelle beschrieben habe und von denen ich angab, dass „sie zum Theil wenigstens sich in dem oberen Vaguskern in dessen Centralnetz auflösen und somit Verbindungen zwischen diesem Kern und Centren des Rückenmarkes herstellen“.[2]) Das Hinterhorn jeder Seite grenzt sich noch sehr deutlich der weissen Substanz gegenüber ab. Auch die Lateralstränge zeigen weiter keine Veränderung und nur in der dorsalen Peripherie derselben erkennt man einen keilförmigen Abschnitt (Fig. 13 *l*), der sich dem Dorsalstrang von unten fest anlegt und durch die dichtere Gruppirung der Längsfasern dem übrigen Lateralstrange gegenüber sich auszeichnet. Er wird dem letzteren gegenüber öfter durch ein radiär gestelltes Septum (*s*) abgegrenzt, das gerade an jener Stelle liegt, an welcher weiter vorne die Vaguswurzeln nach aussen gelangen. Dieser Strang führt viele feine und auch zahlreiche breitere markhaltige Fasern. Er ist der oberste Theil der dorsalen Hälfte des Lateralstranges im Rückenmark (Fig. 13 *ls*), behält seine Lage auch in der hinteren Vagusgegend (Fig. 14 *l*) und bildet jenen Theil der äusseren Lateralbahn (Figg. *ill*) der Oblongata, welcher mit anderen Fasergruppen des letzteren zur aufsteigenden lateralen Vaguswurzel (Fig. 27 *v*) wird.

Einige Schnitte hinter der Rautengrube und somit vor der bisher betrachteten Gegend ändert sich das Aussehen des Querschnittes bedeutend. Vor allem treten hier die Ganglienzellen des mittleren Vaguskernes immer häufiger auf; doch sind sie an Zwischenstellen auch nur in geringer Zahl vorhanden. Das Oberhorn, der Dorsal- und Lateralstrang sind ganz verändert, und alles weist darauf hin, dass hier

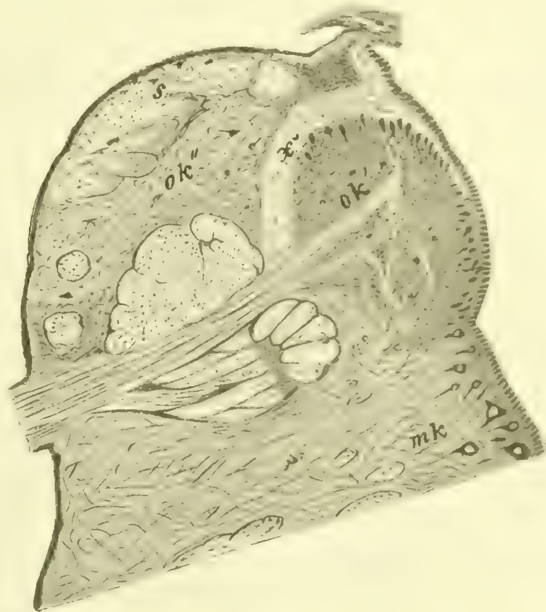
1) Bezüglich der Rückenmarksstruktur muss ich die Kenntniss meiner Resultate als bekannt voraussetzen. (siehe B. Haller, Untersuchungen über das Rückenmark der Teleostier. Morphol. Jahrb. Bd. 23. 1895).

2) l. c. pag. 67.

bereits die Oblongata begonnen hat. Jener dorsale periphere Beleg von feinen Längsfasern an den Dorsalsträngen, der sich aus dem vorderen Theil des Rückenmarkes bis hierher begiebt, ist noch deutlich vorhanden (Fig. 14 *p*)[1]), doch erkennt man an demselben bereits eine Abnahme seiner Fasern, was sich dadurch erklären lässt, dass die Längsfasern in verschiedenen Querebenen nach innen biegen und im Centralnetze des obern Vaguskernes ihr Ende finden. Dieser Vorgang lässt sich gut verfolgen und auf Schnitten, die aus Gegenden herrühren, welche etwas weiter nach vorne liegen, hört auf diese Weise dieser Strang feinster Längsfasern ganz auf. Er stellt somit eine Verbindung zwischen dem Dorsalstrange oder richtiger dem Oberhorne des Rückenmarkes und dem dorsalen Vaguskern dar, doch dürfte ein Theil seiner Fasern auch mit dem Hinterhirne in Beziehung stehen. Der Lage dieser Längsbahn nach wäre man versucht, an eine eventuelle Homologie mit den Golgi'schen Strängen der Säuger zu denken. Ich möchte sie die dorsale oder sensorische aufsteigende gemeinsame Kleinhirn- und Vagusbahn nennen. Doch möchte ich gleich hinzufügen, dass ich nicht behaupte, dass ihre gesammten Fasern in den obern Vaguskern und Kleinhirn aufgehen, sondern bloss sage, dass dies von dem grössten Theil ihrer Fasern angenommen werden kann. Es wäre ja immerhin möglich, dass einzelne ihrer Fasern sich in weiter nach vorn zu gelegenen verschiedenen Centren begeben. Immerhin wären aber solche Fasern nur in den oberen Vaguskern bloss eingestreute Elemente. Auch der übrige Theil des Dorsalstranges verändert sich. Vor Allem schwinden die Septen, welche aus dem Oberhorne in die Dorsalstränge ausstrahlen, beziehungsweise, soweit sie nämlich neurogliale Bildungen sind, diesen durchsetzen und an die Neurogliahülle inseriren (Fig. 13); man erkennt dann nur noch blosse Ausstrahlungen, die aus dem noch erkennbaren Oberhorn (Fig. 14 *hh*) peripherwärts sich vertheilen. Mit Ausnahme der sensorischen aufsteigenden Vaguswurzel (Fig. 14 *p'*) giebt es an der früheren Stelle der Dorsalstränge keine kompakten Längsfaserbündel mehr, was daher rührt, dass an dieser Stelle der bei weitem grösste Theil der dorsalen Längsfasern sich in das centrale Nervennetz aufgelöst hat. In dieser Fasersubstanz (*ok*) sind ausser dem Nervennetz an nervösen Elementen noch sich nach allen Richtungen kreuzende, feine, zumeist marklose Achsencylinder und sporadisch auch markhaltige Längsfasern vorhanden. Ausserdem ist diese Stelle von jetzt an noch durch das immer häufigere Auftreten von kleinen Ganglienzellen charakterisirt. Die kompakten nervösen Längsbündel beschränken sich hier auf jene Einbuchtungen, die zwischen den septenförmigen Ausstrahlungen des Oberhornes liegen (*rd*). Sie sind dem Faserwerke gegenüber nicht scharf begrenzt, sondern gehen allmählich in dasselbe über. Weiter vorn in der Gegend der Rautengrube und zwar dort, wo bereits die Vaguswurzeln nach aussen biegen (vergl. Fig. 27), erhält sich die oben beschriebene, die Stelle des früheren Dorsalstranges einnehmende Fasermasse, doch besitzt sie hier zahlreichere kleine Ganglienzellen als zuvor und stösst median-

1) S. meine citirte Rückenmarksarbeit Fig. 9 p.

wärts an die obere Lateralwand der Rautengrube an, die durch ein einschichtiges Ependym und die darunter gelegene kleine Ganglienzellenschichte der inneren Hälfte des sensorischen Kernes (Textfigur *ok'*) gebildet wird. Diese Fasermasse stellt hier den grössten Theil des oberen oder sensorischen Vaguskernes (Fig. 1 *ok*) dar. Von einem oberen Horne ist hier keine Spur mehr vorhanden, da es sich vollständig aufgelöst hat. Dafür tritt eine in seiner Form für diese Stelle charakteristische Bildung in Gestalt eines ansehnlichen Längsbündels auf, das seine Lage lateralwärts vom oberen Vaguskern hat. Ich will, ohne einstweilen auf seine weitere Bedeutung einzugehen, es die dorso-laterale Längsbahn (Fig. 1 *rd* und Textfigur) nennen. Sie kommt hauptsächlich dadurch zu Stande, dass jene in den Einbuchtungen zwischen Oberhorn und dem beginnenden oberen Vaguskern gelegenen Einzelbündel (Fig. 14 *rd*) sich zu einem kompakten Strange vereinigen, wozu sich allerdings auch noch absteigende Längsfasern gesellen. Die dorso-laterale Längsbahn führt viele verstreut liegende marklose und markhaltige Längsfasern in sich. Auf dem Querschnitt hat diese Bahn, sofern sie von Vaguswurzeln nicht durchsetzt wird (Textfigur), die Gestalt eines mit der Spitze nach aussen und unten gerichteten Mandelkernes (Fig. 1 rechts). Mit der lateralen Seite stösst sie nicht an die laterale Neurogliahülle an, da zwischen dieser und ihr die aus dem oberen Vaguskerne kommende, bogenförmige obere Vaguswurzel (*a*) liegt. Aus dem Querschnitt ist ersichtlich, dass die dorso-laterale Längsbahn durch zahlreiche Septen, welche theils aus ihr nach aussen ziehen, theils aus dem oberen Vaguskerne in sie gelangen, durchzogen wird. Stellenweise wird sie durch die mittlere Vaguswurzel (*c* und Textfigur) durchsetzt. Weiter oralwärts ändert sich insofern das Querschnittbild, als der dorsale Vaguskern durch eine aus Neuroglia fast ausschliesslich bestehende, nach innen und unten zu konkave, an der Rautengrubenwand an das Ependym stossende schmale Gewebsmasse (Textfigur *x'*) in einen inneren (*ok'*) und äusseren (*ok''*) Abschnitt geschieden wird. Die Ganglienzellschnitte des mittleren Vaguskernes (*mk*) setzen sich in eine äusserst kleinzellige Ganglienzellschichte fort, die unterhalb des Ependymes gelegen (Fig. 1 und Textfigur) bis hinauf zur dünnen Adergeflechtshaut der Rautengrube reicht. Diese Ganglienzellschichte biegt an der Stelle, wo jenes neurogliale Septum in der vorderen Vagusgegend auftritt, mit ihrem obersten Ende bis unter dasselbe (Textfigur), wodurch der sonst auch oval gestaltete innere Abschnitt des dorsalen Vaguskernes ein höchst charakteristisches Aussehen gewinnt (Textfigur). Diese äusserst kleinen Ganglienzellen dienen, wie wir weiter unten sehen werden, zum



Ursprung von Vagusfasern (Fig. 20 *x*). Dem äusseren Theile des dorsalen Vaguskernes (Textfigur *ok''*) lagern hier bereits aufsteigende Trigeminusbündel (*s*) auf.

Auch die Lateralstränge des Rückenmarkes gehen innerhalb der Oblongata bezüglich ihrer Gruppirung Veränderungen ein. Im Rückenmark bildet die vom Dorsalstrang bis zu dem Ventralstrang oder dem Vorderstranggrundbündel sich erstreckende weisse Substanz eine ganz einheitliche Masse, und man kann an ihr keine Differenzirung in einzelne Abschnitte erkennen. Nur in der Nähe der Oblongata mit dem ersten Auftreten von Ganglienzellen des mittleren Vaguskernes differenzirt sich aus dem Lateralstrange die bereits beschriebene laterale aufsteigende Vaguswurzel. Weiter nach vorn, hinter der Rautengrube, erfolgt nun, und zwar verhältnissmässig recht plötzlich, die Gruppirung der einzelnen Bündel der Lateralstränge zu von einander getrennten Längsbahnen. Medialwärts scheidet sich jener Theil des Lateralstranges, der im Rückenmarke zwischen Oberhorn und der unteren Hälfte des Lateralstranges gelegen hatte (Fig. 13 *ls'*) und sehr breite markhaltige Längsfasern führt, zu einem kompakten Bündel ab (Fig. 14 *ill*), das wieder aus fünf bis sieben rosettenförmig an einander gruppirten kleineren Bündeln besteht. Diese Gruppirung wird aber nicht bei allen Individuen der Bachforelle so vollkommen eingehalten, wie ich es dargestellt habe, und vollends weiter nach vorn zu schmelzen die einzelnen Bündel zu einem einheitlichen, durch viele Septen durchzogenen Bündel zusammen (Fig. 1 *ill*). Dieses Längsbündel der Oblongata, welches also aus dem oberhalb des Centralkanals liegenden Abschnitte des Lateralstranges sich in die Oblongata fortsetzt, möchte ich — ohne hier bereits auf seine weitere Bedeutung mich einzulassen, was weiter unten erfolgen soll, — die innere Lateralbahn nennen. Sie setzt sich somit aus jener Hälfte der Lateralstränge des Rückenmarkes fort, die bei den meisten Knochenfischen sich durch breite markhaltige Längsfasern auszeichnet[1]). Der Nachweis ihres Zusammenhanges mit der inneren Lateralbahn des Rückenmarkes ist ausserdem auch durch die Verfolgung der Markscheidenentwickelung leicht zu erbringen. Die erste Markscheidenentwickelung tritt im Rückenmark ausser in den beiden Ventralsträngen (Vorderstranggrundbündel *Aut.*) in diesem dorsalen Theile der Lateralstränge auf. Innerhalb der Oblongata findet man dann bei gleichalterigen Embryonen die erste Markscheidenentwickelung zuerst auch in den Ventralsträngen und in den äusseren Lateralbahnen auftreten.

Auch der untere Theil der übrigen oberen lateralen Hälfte des Lateralstranges gruppirt sich lateralwärts von der inneren Lateralbahn zu mehreren Bündeln, deren Zusammengehörigkeit sich durch ihr engeres Aneinanderschliessen zu erkennen giebt (Fig. 14 *all*). Ich möchte diese zusammengehörende Bündelgruppe die äussere Lateralbahn der Oblongata nennen. Ihr medialer Theil ist zwar immer kompakt (Fig. 1 *all*), doch geht ihre laterale Seite ganz allmählich und somit ohne bestimmte Grenze in das lateralwärts anliegende Gewebe (Figg. 1, 14 *pg*) über, welches aus

1) S. meine citirte Rückenmarksarbeit Figg. 3, 8, 9.

durcheinander liegenden Nervenfasern, Nervennetz, Neuroglianetz, Ependymfasern, eingestreuten Längsfasern und noch weiter nach vorn auch aus einzelnen kleinen Ganglienzellen besteht. Dieses Gewebe, das ganz wie die graue Substanz beschaffen ist, zieht lateralwärts nach unten und stösst ventro-median an das der anderen Seite (Fig. 1). In dasselbe lagert ventralwärts ein Längsbündel ein, das ich die ventro-laterale Längsbahn bezeichnen möchte. Sie ist nach keiner Seite scharf begrenzt und geht besonders lateralwärts in das anstossende Gewebe ganz kontinuirlich über. Ihre feinen, zumeist markhaltigen Achsencylinder setzen sich nicht aus dem Lateralstrange, sondern aus dem ventro-lateralen, dem Lateralstrange anstossenden Theil der Ventralstränge des Rückenmarkes in die Oblongata fort.

Am besten erhält sich von den Längssträngen des Rückenmarkes bezüglich ihrer früheren Gruppirung in der Oblongata die dorsale Hälfte des Ventralstranges. Die beiden Ventralstränge (*synon. Fasciculus longit. post.*, Haubenbahn, Vorderstranggrundbündel) werden auch in der Vagusgegend durch die Raphe (Fig. 1, *rph*) von einander getrennt und statt der Mauthner'schen oder accessorischen Kommissur des Rückenmarkes durchziehen die beiden Stränge zahlreiche Querfaserungen. Die Vorderstranggrundbündel führen auch hier die breitesten markhaltigen Längsfasern. Ihre ventrale Hälfte besteht bereits in der Vagusgegend nicht mehr, sondern ihre Stelle wird von der bereits beschriebenen grauen Substanz eingenommen.

Zum Theil sammeln sich die die Vorderstranggrundbündel durchquerenden Bündel, soweit sie rein nervöser Natur sind, stellenweise jederseits zu einem mächtigen Bündel, das in der Oblongata zwischen der inneren und äusseren Lateralbahn nach oben zieht und hier theils in die abtretende Vaguswurzel, theils in die dorso-laterale Längsbahn ausstrahlt (Fig. 1, *avds*). Ich nenne dieses Bündel den äusseren ventro-lateralen Querstrang im Gegensatze zum inneren (*ivds*), der aus dem Unterhorn kommend, sich, oben angelangt, gleich dem ersten verhält. Sie liessen sich vielleicht mit den medianen und lateralen Schleifenfasern der Säuger vergleichen.

Nach dieser Erörterung der topographischen Verhältnisse der Vagusgegend in der Oblongata, welche Erörterung ich des weitern Verständnisses halber für nöthig hielt[1]), möge auf den Ursprung des Vagus eingegangen werden. Aus dem dorsalen Kern erfolgt der Ursprung der sensorischen Vagusfasern, wesshalb ich diesen Kern auch als den sensorischen bezeichnet habe. Durch den kontinuirlichen Uebergang der dorsalen Rückenmarkshälfte in die Oblongata schwindet, wie wir oben gesehen haben, das Oberhorn des Rückenmarkes ganz allmählich, was einfach durch eine Auflösung desselben in das anliegende Gewebe erfolgt. An dieser Stelle, d. h. beiläufig etwas hinter der Rautengrube, löst sich auch ein Theil der peripherwärts gelegenen Längsfasern der Dorsalstränge allmählich in ein Netzwerk auf, welches den dorsalen Vaguskern gleichmässig durch-

---

1) Es müssten die Abhandlungen über Gehirnstrukturen besonders niederer Wirbelthiere, wo die Verhältnisse einfacher sind, stets so gehalten werden, dass durch Vermeidung ungünstiger Benennungen dieselben auch in weiteren Kreisen der Zoologen verständlich werden. Nur auf diese Weise kann man hoffen, dass der Nervenanatomie in Zukunft von den Zoologen der wissenschaftlichen Richtung mehr Interesse entgegengebracht wird.

setzt. Hierbei könnte man im Sinne v. Koelliker's den Vorgang sich so vorstellen, dass diese sich hier auflösenden Längsfasern bei der Tförmigen Theilung die kopfwärts ziehenden Theiläste von peripheren oberen Spinalnervenfasern aus den verschiedensten Höhen des Rückenmarkes sind. Nur derjenige Theil der Längsfasern des Dorsalstranges durchsetzt den oberen Vaguskern, welcher das Rückenmark, beziehungsweise die dorsalen Spinalnervenwurzeln mit anderen Gehirncentren verbindet. Diese Fasern gruppiren sich in dorso-laterale Längsstränge. Nach vorne zu setzt sich der dorsale Vaguskern ganz kontinuirlich und ohne in seiner Struktur eine Veränderung zu erleiden, fort. Während aus dem hinteren Theil dieses Oblongataabschnittes die oberen Vaguswurzeln ihren Ursprung nehmen (Fig. 26, *Vg*), entsteht weiter nach vorne aus seiner Fortsetzung auch die Glossopharyngeus-Wurzel (*gp*). Damit hört er aber noch nicht auf, sondern dient gleich vor der obern Glossopharyngeus-Wurzel noch dem *N. facialis* (*fac*) zum Ursprunge.

Aus seinem vorderen Ende entsteht der obere innere Ramus ascendens n. trigemini (*r*, *atr*, *sup*), der sich in die dritte Wurzel dieses Nerven (Figg. 26) fortsetzt. Der obere Vaguskern ist somit nach vorne zu nicht scharf begrenzt, sondern setzt sich ohne Unterbrechung ganz kontinuirlich in den oberen oder sensorischen Trigeminuskern fort. So verhält es sich wohl bei den meisten Teleostiern (z. B. bei *Anguilla*, *Salmo*, *Perca*), und nur bei denjenigen Formen unter ihnen, bei denen der obere Vaguskern äusserlich sichtbare, in die Rautengrube vorspringende Verdickungen bildet, ist der obere Vaguskern auch dem Trigeminuskern gegenüber eben durch das Aufhören dieser Verdickungen begrenzt. Es giebt nämlich ähnliche hinter einander lagernde Verdickungen des oberen Vaguskernes, wie sie bei den Selachiern bekannt sind, von den Cyprinoiden ganz abgesehen, auch bei manchen Teleostiern; allerdings sind dieselben bei diesen nicht in der gleichmässigen Grösse vorhanden wie dort. Als Beleg hierfür möchte ich *Lota vulgaris* anführen. Bei ihr erkennt man gleich hinter dem obern Trigeminuskern eine Verdickung des obern Glossopharyngeus-Kernes, der durch den Abgang dieses Nerven (Fig. 6, *gp*) unzweideutig als solcher sich zu erkennen giebt. Dann folgt eine grössere vordere und eine um ein Drittel kleinere, der ersteren fest anliegende, hintere Verdickung des oberen Vaguskernes. Die Verdickungen beider Seiten sind so mächtig, dass sie sich medianwärts beinahe berühren. Die letzte Wurzel des kräftigen Vagus (*vg*) besitzt aber auch noch eine kleine, am Ende der Rautengrube gelegene Verdickung ihres oberen Kernes. Die Verdickungen des oberen Vaguskernes sind zweifellos von *Lota* eventuell den *Gadiden*[1]) selbständig erworben worden und sind darum phylogenetisch gar nicht mit der grossen Verdickung jederseits am obern Vaguskern der Cyprinoiden in Beziehung zu bringen.

Bei allen denjenigen Knochenfischen, bei denen solche Verdickungen am

---

1) Boudelot (Recherches sur le système nerveux des poissons, Paris 1883) giebt hierüber für andere Gadiden nichts an. Da er aber diese Verhältnisse auch bei *Lota* vollständig übersehen hat, so ist darauf und auf seine Abbildungen wohl kein Gewicht zu legen.

obern Vaguskern fehlen, geht dieser Kern kontinuirlich in den gleichen Kern des Trigeminus über, wie dies auch aus den Abbildungen Fritsch's[1]) für Belone sehr deutlich zu ersehen ist. Diesen gemeinsamen Bezirk der obern Wurzelursprünge des Vagus, Acusticus, Facialis und Trigeminus könnte man denn mit einigem Rechte als das sensorische Oblongatagebiet bezeichnen (Fig. 26 *fk*). Je nach der Länge der Oblongata ist es lang (*Anguilla*) oder kurz (*Salmo*). Es hat überall dieselbe dorsalste Lage in der Oblongata und bildet stets die dorso-laterale Begrenzung der Rautengrube. An seiner dorso-medianen Seite inserirt das gefässreiche Dach des Nachhirns (Fig. 1).

Der dorsale Vaguskern bildet somit den hintersten Abschnitt des sensorischen Oblongatagebietes. Das sensorische Gebiet und mithin auch der obere Vaguskern kann zwar mit Goronowitsch als eine Fortsetzung des Oberhornes aufgefasst werden, ohne jedoch dabei zu vergessen, dass sich das Oberhorn hier ganz auflöst und der obere Vaguskern auch eine Stelle in der Oblongata einnimmt (dorso-medianer Theil) an der im Rückenmarke (Fig. 13) der mediale Theil des Dorsalstranges liegt.

Innerhalb des dorsalen Vaguskernes liegt, wie ich weiter oben mitgetheilt habe, die dorso-laterale Längsbahn (Fig. 1 *rd*, *rd'*). Dieses starke Längsbündel zieht von dem dorsalen Vaguskern, wo es als solches sich konstruirte, nach vorne zu (Fig. 26, *rd*), senkt sich dann unter der Facialiswurzel (*fac*) nach unten und begiebt sich, soweit ich bisher feststellen konnte, nachdem es Fasern in den Acusticus und Trigeminus entsandte, in das Kleinhirn. Dieser Theil der dorso-lateralen Längsbahn würde dann eine aufsteigende Kleinhirnbahn vorstellen. Zwischen dem äussern obern Trigeminuskern (*n*, *trg*) und dem vorderen Ende des sensorischen Oblongatagebietes (*fk*) zieht ein ziemlich ansehnliches Längsbündel von vorne nach hinten (*rd cb*), welches scheinbar als die Fortsetzung der dorso-lateralen Längsbahn sich ausnimmt. Horizontale und sagittale Längsschnittserien von Karmin- und Weigert'schen Präparaten lassen erkennen, dass dieses Längsbündel zu seinem grössten Theil aus dem Hinterhirne stammt und zwar sowohl aus derselben, als auch aus der anderseitigen Hälfte des Hinterhirns. In dieser absteigenden Kleinhirnbahn verlaufen dann auch Fasern der Purkinje'schen Zellen, die zu peripheren Vagusfasern werden oder sich doch mit Vaguscentren verbinden. Es ist aber die absteigende Kleinhirnbahn gewiss nicht ausschliesslich als solche aufzufassen, die nur solche Fasern führen würde, und ohne Zweifel gelangen von derselben auch Fasern in die Kerne des Trigeminus und selbst in dessen Wurzel. Es wäre dabei sehr leicht möglich, dass Fasern aus derselben auch mit der aufsteigenden Kleinhirn- und Vagusbahn in direkte oder indirekte Beziehung treten.

Aus dem Dorsalkern des Vagus sammeln sich die sensorischen Fasern sowohl bei *Anguilla*, als auch bei *Esox* und *Salmo* entsprechend den beiden hinter einander gelegenen äusseren Vaguswurzeln (Fig. 5, *vg*) zu zwei hinter einander gelegenen Bündeln (Fig. 26, *Vg*), die sich dann noch innerhalb der Oblongata der ventralen Vagus-

1) G. Fritsch, Untersuchungen über den feineren Bau des Fischgehirns. Berlin 1878.

wurzel anschliessend, — doch immer so, dass sie über die Fasern derselben zu liegen kommen, — mit dieser gemeinsam die Oblongata verlassen, um sich dann sofort in das Vagusganglion (Fig. 1, *vgg*) zu begeben. Die oberen dieser Bündel (Fig. 1, *a*, *a'*) beschreiben von innen und unten nach oben, aussen und unten einen schönen Bogen um die dorsale Seite des obern Vaguskernes herum, wobei sie der Neurogliahülle von innen fest anliegen. Diesen Wurzeltheil möchte ich den bogenförmigen nennen. Ein anderer Wurzeltheil, der untere (Fig. 1, *c*, *c'*), durchsetzt die dorsolaterale Längsbahn entweder etwas höher (*c* und Textfigur) oder etwas tiefer unten (*c'*) und gesellt sich dann mehr lateralwärts (Fig. 1 links) oder mehr medianwärts (Fig. 1 rechts) der ventralen Vaguswurzel (*d*, *d'*) zu, mit welcher er gemeinsam die Oblongata verlässt.

Die aus dem oberen Vaguskern entspringenden peripheren Vagusfasern sind sehr fein, und nur selten findet sich unter ihnen auch ein etwas breiterer Nervenfaden vor. Sie unterscheiden sich durch ihre Feinheit von jenen der ventralen Wurzeln, und da sie ausserdem im gemeinsamen Vagusbündel oberhalb derselben liegen, sind sie von jenen auch gut zu unterscheiden.

Ein Theil der sensorischen Vagusfasern, gleichviel ob sie durch den bogenförmigen oder durch den untern Wurzeltheil nach aussen gelangen, hat einen indirekten Ursprung, d. h. entspringt aus dem centralen Nervennetz des oberen Vaguskernes (Fig. 19, *22*, *22'*, *22''*, *22'''*, *22''''*); doch giebt es auch Fälle, wo sich die Faser aus dem Nervennetz innerhalb der latero-dorsalen Längsbahn[1]) konstruirt (Fig. 19, *28*). Ein anderer Theil der Fasern entsteht aus Ganglienzellen. Es sind dies zum Theil jene Zellen, die bereits von Rohon und nachher von Goronowitsch im oberen Vaguskern der Haie und des Störes gesehen und beschrieben wurden. Sie sind ausnahmslos kleine Elemente und besitzen entweder mehrere Fortsätze (Fig. 19, *21'*) oder sie erscheinen, wenigstens an Golgi'schen Präparaten, sogar bipolar (*21*). Manche unter ihnen dürften aber auch dem zweiten Golgi'schen Typus angehören[2]), indem sie keinem peripheren Achsencylinder zum Ursprung dienen. Viele der letzteren erscheinen auf Golgi'schen Präparaten sogar monopolar (*25*); ob sie es aber auch wirklich sind, dass anzunehmen bietet das bisher über Ganglienzellen Bekannte keinen Anhaltepunkt. Sie lösen ihre Netzfortsätze in das centrale Nervennetz des oberen Vaguskernes auf. Diejenigen aber unter ihnen, welche auch Achsencylinderfortsätze[3]) besitzen, senden diese als periphere Fasern mit in die Vaguswurzel (Fig. 22, *21'*). Solche Zellen giebt es auch zwischen den Fasern der latero-dorsalen Längsbahn (21'') Ein anderer Theil von Fasern entspringt aus den kleinen Elementen (Fig. 20 *x*) jener Ganglienzellschichte, die unterhalb dem Ependym gelegen (s. Textfigur) und als die dorsale Fortsetzung des mittleren Vaguskernes zu betrachten ist. Somit

1) Wie ich nachgewiesen habe (Morphol. Jahrb. Bd. 23), giebt es auch innerhalb der weissen Substanz ein feines nervöses Netz, das mit jenem viel feineren innerhalb der grauen Substanz innig zusammenhängt.

2) Solche Zellen habe ich schon vor Golgi bei Wirbellosen nachgewiesen (s. Morphol. Jahrb. Bd. 11.)

3) Die Bezeichnungen „Nervenfortsatz“ und „Protoplasmafortsatz“ sind, da naturgemäss alle Fortsätze einer Ganglienzelle nur nervöser Natur sein können, unbrauchbar!

wäre also der Nachweis erbracht, dass die sensorischen Fasern aus dem oberen Vaguskern sowohl aus dem Nervennetz, als auch aus Ganglienzellen direkt entspringen.

Auch aus der latero-dorsalen Längsbahn gelang es mir, Fasern zu schwärzen, die sich der dorsalen Vaguswurzel beigesellten (Fig. 20, *20*, *21*) und als periphere Vagusfasern die Oblongata verliessen. Es sind dies entweder aus dem Kleinhirne durch die absteigende Kleinhirnbahn bis hierher gelangte Längsfasern oder aufsteigende Längsfasern, welche aus dem Rückenmark sich nach aufwärts begeben. Ihre Herkunft konnte aber im einzelnen Falle natürlich wegen der Unzulänglichkeit der jetzigen Methoden, Einzelfasern auf grosse Strecken zu verfolgen, nicht festgestellt werden, und so weiss ich es auch nicht anzugeben, ob solche in den Vagusstamm nach aussen biegende Nervenfasern, Längsfaserenden oder blosse Kollateraläste von solchen sind. Sicher erkannt habe ich bloss, dass solche nach aussen biegende Fasern viele Aeste abzweigen liessen, die dann (Fig. 20, *19*, *21*, *22*) in der Nähe der latero-dorsalen Längsbahn sich in dem centralen Nervennetz auflösten. Oft sieht man aber aus den Längsfasern blosse Kollateraläste (Fig. 19, *23*, *23'* *23''*) in der medialen Hälfte des oberen Vaguskernes sich auflösen.

Auf längsgeschnittenen Golgi'schen Präparaten der latero-dorsalen Längsbahn konnte bloss so viel ermittelt werden, dass zwischen den Längsfasern öfter Verbindungen bestehen, wie ich solche besonders in den Ventralsträngen der Knochenfische vielfach nachgewiesen habe[1]), ferner, dass manche stärkere Längsfasern sich in mehrere Aeste theilen, die sich dann als Längsfasern weiter fortsetzen. Die in die dorsolaterale Längsbahn eingestreuten kleinen Ganglienzellen lassen einen oder möglicher Weise auch zwei ihrer Fortsätze zu Längsfasern werden, die nachher sich in entgegengesetzter Richtung fortsetzen. Ich brauche kaum zu erwähnen, dass vielfach auch im dorsalen Vaguskern auf die eine oder die andere Weise entstandene periphere Fasern, bevor sie in den abgehenden Stamm einbiegen, sich als Längsfasern verhalten.

Nach den Gesetzen der allgemeinen Nervenlehre muss eine Verbindung zwischen den beiderseitigen dorsalen Vaguskernen vorausgesetzt werden; da aber die Rautengrube zwischen den beiden Kernen liegt, so ist eine direkte Verbindung nur auf Umwegen möglich. Knapp hinter der Rautengrube befindet sich eine Querfaserung (Fig. 14 *q*), und diese ist in erster Linie als eine direkte Verbindung zwischen den beiden oberen Vaguskernen zu betrachten. Sie ist allerdings eine recht zarte Kommissur, doch entpricht sie jedenfalls den quergestellten Fasern in der oberen Kommissur des Rückenmarkes. Es müssen aber auch vielfach in dieser Gegend bei der Forelle und anderen Teleostiern mit nicht koncentrirter Oblongata einzelne Fasern von der einen Markhälfte zur andern ziehen, die dann der Beobachtung insbesondere an Querschnitten, wo sie öfter, da sie ja auch unter spitzem Winkel zur Schnittebene verlaufen können,

1) l. c.

sich entziehen. Ich schliesse dies daraus, weil in der koncentrirten Oblongata des Karpfens, wie wir das weiter unten sehen werden, an dieser Stelle (Fig. 17, Fig. 2 *d*) viele Querfaserungen zu beobachten sind, welche hauptsächlich dem Vagus angehören. Die hinter der Rautengrube gelegene Kommissur, die unter dem Namen „hintere Kommissur des Nachhirns“ bekannt ist, gehört somit dem oberen Vaguskern an, wesshalb sie auch besser die Kommissur des oberen Vaguskernes genannt werden kann.

Das Verhalten dieser Kommissur kann man sich wohl so denken, dass eine Längsfaser, die aus dem Nervennetz oder aus einer Ganglienzelle des einen oberen Vaguskernes entspringt, sich auf die anderseitige Oblongatahälfte begiebt, oder dass Längsfasern, die weiter nach vorne entspringen, einen kommissuralen Ast nach hinten entsenden, der sich dann auf die anderseitige Markhälfte begiebt und sich dort im Nervennetz auflöst. Da mir keine direkten Beobachtungen hierüber vorliegen, muss ich mich zur Zeit mit dieser, jedenfalls nach dem Verhalten im Rückenmarke gestatteten Annahme begnügen.

Verbindungen zwischen den beiderseitigen Vaguskernen auf indirektem Wege sind vielfach vorhanden. Abgesehen von dem weiter unten zu beschreibenden Verhalten gewisser Fortsätze ventralwärts gelegener Ganglienzellen, sind es manche unter den kleineren Ganglienzellen im oberen Vaguskern, die ihre Fortsätze lateralwärts in den lateralen oder ventralen Theil der Oblongata entsenden. In dem abgebildeten Fall (Fig. 20, *18*) gab eine solche Zelle viele feinere Aeste ab, die sich im Nervennetz des dorsalen Kernes auflösten; einen langen Fortsatz sandte sie ventralwärts. Da auf dem Präparate sozusagen nur diese Zelle sammt ihren Fortsätzen geschwärzt war, so konnte dieser Fortsatz gut verfolgt werden. Er gab während seines Verlaufs viele Aeste von sich ab und liess sich bis unterhalb der gleichseitigen ventralen Längsbahn (*vll*) verfolgen. Da sein Verlauf plötzlich unterbrochen ward, konnte ich sein weiteres Verhalten nicht ermitteln, in andern Fällen war jedoch der ventralwärts ziehende Fortsatz stets ein Netzfortsatz. Nicht in jedem Falle geräth aber ein solcher Fortsatz so weit ventralwärts, sondern endet bereits in der Gegend der äusseren lateralen Längsbahn.

Vielfach begeben sich aus der dorso-lateralen Längsbahn Fasern ventralwärts. Der Weg, den sie wählen, ist entweder der äussere oder der innere ventro-dorsale Querstrang. Es ist dies ein Befund, der nach dem bisher bekannten nichts Befremdendes an sich hat. Solche Fasern verhalten sich nach meinen Beobachtungen, die aber noch ergänzungsbedürftig sind, in der ventralen Oblongatahälfte auf zwei von einander verschiedene Weisen. Entweder sie lösen sich im Nervennetze des Unterhornes (Fig. 20, *14*, *14''*) oder unter letzterem (*14'*) auf (vergl. damit Fig. 1) oder aber — diesen Fall habe ich zweimal beobachtet — die Faser gelangt durch die Raphe auf die anderseitige Oblongatahälfte (Fig. 20, *25*) und wird dort in dem Hinterstranggrundbündel zur Längsfaser. Ob die ventralwärts ziehenden Fortsätze Kollateraläste von Längsfasern der dorso-lateralen Längsbahn vorstellen, werden zukünftige Untersuchungen zu entscheiden haben. Alle die Fasern, welche aus der dorso-lateralen Längsbahn ventralwärts gelangen, lassen sich entweder als solche, die

aus dem dorsalen Rückenmarkstheile stammen, oder als solche, die ihren Ursprung im Kleinhirne haben, auffassen. Die richtigste Annahme ist aber wohl diejenige, nach welcher ein Theil dieser Fasern aus den dorsalen Hörnern und ein anderer aus dem Kleinhirn stammt. Dort wäre natürlich auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass Längsfasern, die aus ventralen Ganglienzellen entspringen, zum Kleinhirn gelangen. Dies sind jedoch lauter Annahmen, die so einleuchtend sie auch sein mögen, noch des ferneren Beweises bedürfen.

Indem ich nun den oberen Vaguskern verlasse, wende ich mich zur Beschreibung des mittleren Vaguskernes. Von diesem habe ich bereits angegeben, dass er erst hinter der Rautengrube aufhört. Die Strecke vom Ende der Rautengrube an bis zum hinteren Ende dieses Kernes ist bei verschiedenen Teleostiern ungleich lang. Bei der Forelle ist sie z. B. sehr kurz, bei *Esox* jedoch etwa fünfmal so lang, wesshalb man bei letzteren noch an Stellen den mittleren Vaguskern sehr gut entwickelt findet (Fig. 28), an denen bei *Salmo* höchstens noch einzelne Zellen auf das Vorhandensein des Kernes hindeuten (Fig. 14). Nach vorne zu hört der mittlere Vaguskern etwas vor dem Abgang der ersten Vagusbündel aus der Oblongata allmählich auf (Fig. 27). Die Achsencylinder aus dem hinteren Abschnitte des Kernes ziehen lateralwärts und biegen dann nach vorne, wo sie dann in dem Vagusstamm wieder nach aussen biegen; dadurch werden sie für eine kurze Strecke zu Längsfasern. Wie ich schon erwähnt habe und wie es nach den Angaben von Goronowitsch für den Stör evident wird, sind die Zellen im mittleren Vaguskerne nicht gleichmässig vertheilt, sondern auf zellenärmere folgen zellenreichere Abschnitte. Bei dem Hechte ist dies gut zu beobachten, doch ist bei der Forelle die Vertheilung eine so gleichmässige geworden, dass man wenigstens in dem mittleren Theil des Kernes jene ungleichmässige Vertheilung nicht mehr erkennen kann (Fig. 27). Jedenfalls bezieht sich jene ungleiche Vertheilung der Zellen im mittleren Vaguskern auf die Zusammensetzung desselben aus einer Zahl hinter einander lagernder Kerne oder ebensovieler spinaler Nerven. Aus der Zahl der dichtgestellten Zellhaufen könnte man somit auf die Zahl der Spinalnerven schliessen, aus der der Vagus hervorgegangen ist. An dem koncentrirten Vaguskern der Teleostier ist dies jedoch nicht mehr ermittelbar, und ich bezweifle auch, ob dies bei dem Störe möglich ist, wie dies Goronowitsch annimmt. Am geeignetsten wären hierzu selbstverständlich die ältesten recenten Haie, die Notidaniden. Es würde sich bei diesen die Zahl jener Nerven mit mehr Sicherheit aus der Zahl der mittleren Vaguskerngruppen ermitteln lassen, als aus der Zahl der abgehenden Vaguswurzeln, an denen höchst wahrscheinlich eine gewisse Verdichtung eingetreten ist. Die Zahl der oberen Vaguskerne, die sich ja dort auch äusserlich zu erkennen giebt, wäre dann selbstverständlich auch zu berücksichtigen, doch nur nach genauer histologischer Betrachtung, da möglicher Weise dort bereits eine Verschmelzung mehrerer ursprünglicher Kerne stellenweise eingetreten sein könnte.[1]

---

1) Dies ist u. a. auch darum zu vermuthen, weil bekanntlich die oberen Spinalwurzeln bei den Fischen nicht in so regelmässigen Intervallen abtreten, als die ventralen.

Wie bereits weiter oben mitgetheilt ward, lagern die Zellen des mittleren Vaguskernes stellenweise hinter der Rautengrube so fest den Zellen des Unterhornes an (Fig. 28), dass zwischen den beiden Zellgruppen — da hier besonders auch alle Zellformen im mittleren Vaguskern anzutreffen sind — jede Grenze schwindet, und es ist dann nicht mehr möglich, zu entscheiden, welche Zelle dem oberen Vaguskern und welche dem Unterhorn angehört. Da, wie wir weiter unten sehen werden, aus den Zellen des Unterhornes ein Theil der motorischen Vagusfasern entspringt — wesshalb wir an weiter nach vorn zu liegender Gegend diese Zellen auch als jene des unteren Vaguskernes ansprechen — und in Anbetracht dieser stellenweisen Verschmelzung, können wir anstandslos annehmen, dass der mittlere Vaguskern sich aus dem Unterhorn herausdifferenzirt hat und zwar aus jenen Zellen, die am nächsten dem Centralkanal gelegen waren. In einer ähnlichen Gruppirung wie die Zellen des mittleren Vaguskernes hinter der Rautengrube (Fig. 28), trifft man Ganglienzellen um den unteren Theil des Centralkanals im Allgemeinen bei den Fischen nicht mehr an, doch habe ich bei der Forelle noch andeutungsweise diese Lagerung von Zellen vorgefunden[1]. Sie ist aber bei sehr primären Rückenmarken, in denen die weisse Substanz aus der grauen sich noch gar nicht differenzirt hat, und welche wir bei den Plektognathen antreffen, sehr deutlich zu erkennen. Ich beschrieb diese Lagerung sowohl für *Orthagoriscus* als auch für *Tetrodon* und nannte jene Zellen dort die innere Zellgruppe des Unterhornes[2]. Es hat sich darum der mittlere Vaguskern aus einer solchen Gruppe von ventralen Ganglienzellen des Rückenmarkes differenzirt, die in ihrer primären Lagerung nur noch bei den Plektognathen unter den Fischen[3] sich erhält, bei den meisten anderen Fischen aber ihre frühere Lage aufgegeben hat.

Wie überall wird der mittlere Vaguskern auch bei den Teleostiern zumeist von sehr charakteristischen, gleichschenkelig-dreieckigen Ganglienzellen gebildet, deren kurze Seite gegen die Rautengrube zugekehrt ist (Fig. 1, *mk*). In vielen Fällen tritt von allen drei Ecken je ein starker Fortsatz ab; doch entspringt der mächtige Achsencylinder[4] fast immer aus der nach aussen gekehrten Spitze der Zelle.

Wie aus Karminpräparaten, die zwar ein unvollkommenes Bild von dem Verhalten der Ganglienzellfortsätze geben, dafür aber über die Zahl und Lage der Ganglienzellen guten Aufschluss ertheilen, ersichtlich ist, sammeln sich die Achsencylinderfortsätze zu mehreren hinter einander liegenden Bündeln (Fig. 27), denen (Fig. 1,) sich dann von oben die dorsalen Vaguswurzeln und ventralwärts noch andere Achsencylinder beigesellen. Manchmal freilich ziehen viele neben einander

---

1) l. c.

2) Morphol. Jahrbuch. Bd. 16. 1890.

3) Bei den Batrachiern ist eine solche Lagerung noch einigermaassen erhalten.

4) Dieser ist hier eben so wenig wie im Rückenmarke der Teleostier ein glatter und feiner Faden. Diese glatte Form des Achsencylinders, wie sie als ziemlich allgemein giltig angenommen wird, ist nicht an allen Stellen des Centralnervensystems der Teleostier zu beobachten, doch tritt sie im Acusticus und Trigeminuskernen häufig auf.

liegende, doch keine kompakten Bündel bildende Fortsätze auch lateralwärts (Fig. 1, *lz*); doch möchte ich mich auf ihre Erörterung erst weiter unten einlassen. Nicht immer liegen die Ganglienzellen des mittleren Vaguskernes in jener typischen Weise angeordnet, sondern stellen ihre Längsachse manchmal auch so, dass sie von innen, also von der Rautengrube her nach aussen, gegen das Vagusganglion gerichtet sind (Fig. 1, *vz*), und es kommen im mittleren Vaguskerne ausser den ziemlich grossen, bis 0,28 mm messenden Ganglienzellen auch kleinere von der verschiedensten Gestalt vor. Doch sind jene grossen Zellen immerhin vorherrschend und geben das charakteristische Aussehen dem mittleren Vaguskern.

Ueber den mittleren Vaguskern zieht das Ependym der Rautengrube hinweg und zwischen letzterem und dem Kerne liegt eine schmale Schichte von eigenthümlich aussehendem Gewebe, welches als ein Theil des Meynert'schen Höhlengraues bekannt ist. Die beiden mittleren Vaguskerne stossen medianwärts nicht an einander, sondern werden durch eine seichte Rinne oberhalb der Raphe (Fig. 1, *rph*), deren Wände von Ependymzellen gebildet werden, von einander getrennt. Da jeder mittlere Vaguskern seiner ganzen Länge nach sich in die Rautengrube etwas verwölbt, so bilden sie jederseits an dem Boden der Rautengrube eine lange, flache Leiste, die durch ihre weissliche Farbe auffällt. Diese beiden Leisten sind unter dem Namen Eminentiae teretes in der Literatur bekannt, und somit ist diese Benennung synonym mit der Bezeichnung mittlerer Vaguskern.

Das Ependym der Rautengrube ist nicht überall gleichförmig. In der Rinne zwischen den beiden mittleren Vaguskernen sind die einzelnen Zellen durch ihren mächtigen Fortsatz ausgezeichnet. Diese Fortsätze vereinigen sich auf jeder Seite zu einem ansehnlichen Bündel, welcher dann neben und somit lateralwärts vom Vorderstranggrundbündel sich ventralwärts begiebt; doch gelangen solche Ependymfasern auch in die Raphe.

Bevor ich nun des Weiteren auf das Verhalten der Zellfortsätze im mittleren Vaguskerne eingehen möchte, will ich zuvor die Struktur des Meynert'schen Höhlengraues über dem mittleren Vaguskern, wie ich sie besonders auf Osmiumpräparaten kennen lernte, besprechen. Es ist dies als Ergänzung zur weiteren Beschreibung von Wichtigkeit, denn obgleich ich die Struktur dieser Stelle bereits für *Orthagoriscus* geschildert habe, so bieten meine neuen Präparate von andern Teleostiern doch Einiges, was das Verhalten der Ependymzellen hierselbst eingehender kennen lehrt. Meine folgende Beschreibung bezieht sich auf den Hecht, die Forelle und zum Theil auf *Barbus* und *Leuciscus rutilus*. Wie ich schon für *Orthagoriscus* mitgetheilt habe, geben von den meisten Ganglienzellen des mittleren Vaguskernes viele feinste Fortsätze ab, die entweder zwischen den Ganglienzellen des Kernes in dem sich dort vorfindenden Nervennetz oder im feinen Nervennetz des Meynert'schen Höhlengraues auflösen (Fig. 19, *1*, *4*, *4'*, *5*; Fig. 20, *1*, *2'*, *3*, *24*). Besonders bei *Leuciscus* sind öfter auch mächtigere Netzfortsätze an manchen Zellen vorhanden, die eine Strecke weit zwischen den übrigen Ganglienzellen des Kernes sich verzweigen, ihre Endäste aber doch schliesslich in das Höhlengrau gelangen lassen, wo sich dieselben in dem

Nervennetze auflösen (Fig. 21). Am besten lässt sich freilich das feinere gewebliche Verhalten an gut gebräunten Osmiumschnitten verfolgen, die entweder nur so behandelt oder auch mit Karmin gefärbt werden. Man erkennt dann bei starker Vergrösserung (Fig. 3), dass die feinen Fortsätze der Ganglienzellen (*gz*) in einem feinen nervösen Netz (*nn*), dessen Knotenpunkte kleine Verdickungen aufweisen, aufhören. Ab und zu sind hier auch dickere, marklose Nervenfäden vorhanden. Obgleich, besonders bei schwächeren Vergrösserungen, manchmal auch das Ependym über dem mittleren Vaguskern eine Mehrschichtigkeit vortäuscht, so lässt sich bei starker Vergrösserung doch gut erkennen, dass dieselbe bloss durch die verschieden hohe Lagerung der Zellkerne hervorgerufen wird. Es sind nämlich unter diesen Zellen vielfach auch solche vorhanden, deren Zellkern ganz oben, knapp an der Oberfläche liegt (Fig. 3, *v*), wobei der Zellleib nach innen zu sofort in eine feine Faser ausläuft. Bei anderen Zellen liegt der Kern sehr tief unten (*s*), und zwischen diesen Extremen giebt es, wie dieses die Abbildung am besten vergegenwärtigt, alle Uebergänge. Mögen die Fortsätze der Ependymzellen als lange Fäden (*s'*) den mittleren Vaguskern ganz durchsetzen und in weiter entlegene Theile der Oblongata bis zur neuroglialen Hülle gerathen, oder sich bald nach ihrem Abgange in dem Höhlengrau verästeln, so geben sie doch immer viele Fortsätze ab, die sich mit den Fortsätzen von subependymal gelegenen multipolaren Neurogliazellen (*nz*), die unter einander vielfach anastomosiren, verbinden. Auf diese Weise entsteht, wie überall im Centralnervensystem, im Höhlengrau ein zierliches Neuroglianetz, an dem sich auch die Fortsätze der Ependymzellen betheiligen.

Innerhalb des Höhlengraugewebes findet man zahlreiche feine Blutgefässe (*gf*), was auf ein feines, dichtes Kapillarnetz schliessen lässt; doch habe ich nie beobachten können, dass Gefässe den Körper der Ganglienzellen durchsetzen, was bei der Kleinheit der Zellen auch nicht recht anginge[1]). Des Weiteren möge noch mitgetheilt werden, dass den Ependymzellen die bekannten Flimmerbüschel aufsitzen, die allerdings, wenn ihre Cilien, wie auf der Abbildung dargestellt ist, sich unter einander verkleben, den Eindruck von Stiftchen machen. Es lässt sich jedoch leicht zeigen, dass dies eine blosse Täuschung ist und dass hier kein Stiftchenaufsatz, wie dies neuerdings von v. Lenhossék von dem Ependym des Centralkanales im Rückenmark der Säuger behauptet wurde, sondern ein Flimmerüberzug vorliegt.

Die Ganglienzellen des mittleren Vaguskernes besitzen nur höchst selten Verbindungsfortsätze. Bei *Orthagariscus* habe ich zweimal Verbindungen zwischen zwei Ganglienzellen des mittleren Vaguskernes beobachtet, beschrieben und auch abgebildet, doch gelang es mir nachher nur ein einziges Mal, und zwar bei dem Hecht, eine solche Anastomose zu beobachten. Es sind somit hier hauptsächlich Achsencylinder und Netzfortsätze an den Ganglienzellen vorhanden. Jene Achsencylinder-

---

1) Ein solches Durchbohrtsein der Ganglienzellen des mittleren Vaguskernes habe ich bei *Orthagoriscus* beobachtet (l. c.).

fortsätze, welche als periphere Nervenfasern in den gleichseitigen Vagusstamm gelangen, sind bereits an Karmin- oder Osmiumpräparaten gut zu erkennen und wurden thatsächlich von Rohon bei den Selachiern, von Goronowitsch bei dem Stör und von mir bei *Orthagoriscus* beschrieben und abgebildet. Um so mehr muss es befremden, dass van Gehuchten[1]) von all dem nichts gesehen hat. Freilich stellt er sich auf den Standpunkt jener Forscher, die allen Segen ausschliesslich von der Golgi'schen Methode erwarten und alle Befunde ignoriren, die nicht mit dieser Methode gemacht wurden. Wohin ein solches Handeln führt, bezeugt der vorliegende Fall. Allerdings wundert es mich, dass van Gehuchten die Achsencylinder mit der Golgi'schen Methode nicht darzustellen vermochte. Ich will somit da einsetzen, wo ich die Beschreibung von *Orthagoriscus* abgebrochen habe, und darauf die Darstellung der Achsencylinderfortsätze des mittleren Vaguskernes folgen lassen. Viele, doch nicht alle Ganglienzellen senden einen starken Achsencylinderfortsatz in die gleichseitige Vaguswurzel. Dies lässt sich sehr gut auch an Golgi'schen Präparaten von der Forelle feststellen, doch gelang es mir nur zweimal, je eine solche Zelle von *Cyprinus* zu schwärzen (Fig. 11 *a*, *b*). Es sind zumeist die dreieckigen Ganglienzellen, die solche Achsencylinder absenden (Fig. 19, *3*, *4*, *4'*; Fig. 20, *3*). Diese gelangen zumeist direkt mit der gemeinsamen Vaguswurzel nach aussen; doch machte ich ausnahmsweise auch den Befund, dass solch ein Achsencylinder (Fig. 19, *35*) zuerst in die innere Lateralbahn gelangte und erst von dort wieder nach oben und aussen in die Vaguswurzel derselben Seite bog. Ab und zu habe ich auch wahrgenommen, dass eine Ganglienzelle (Fig. 19, *1*; Fig. 11 *a*) zwei solche Achsencylinder abgab, welche dann beide (Fig. 19, *1''*, *1'''*) in den gleichseitigen Vagusstamm sich nach aussen bogen[2]). Auch jenen Fall habe ich beobachtet, wo zwei Ganglienzellen (Fig. 20, 2', 2'') ihre Achsencylinderfortsätze mit einander verschmelzen liessen[3]), und die so entstandene starke Faser begab sich dann in den gleichseitigen Vagusstamm. Es giebt aber auch solche Ganglienzellen innerhalb des mittleren Vaguskernes (Fig. 20, *1*), welche ihre Achsencylinderfortsätze durch die Querfaserungen der Vorderstranggrundbündel oder oberhalb dieser Bündel (Fig. 20, *26*, *26'*) auf die anderseitige Oblongatahälfte hinüber senden, wo dann der Achsencylinder in den Vagusstamm eintritt. Solche Achsencylinder hat van Gehuchten bei Lachsembryonen vielfach dargestellt, doch blieb ihm ihre Bedeutung unklar.

Die Ganglienzellen des mittleren Vaguskernes geben aber auch solche Achsencylinderfortsätze ab, die wenigstens direkt nicht in den Vagusstamm gelangen und vielfach auch Verbindungen mit Kernen von Kopfnerven oder Rückenmarkscentren darstellen dürften. Vielfach ziehen, entweder zwischen den Vorderstranggrundbündeln und

1) l. c.

2) Zwei ähnlich gestellte Achsencylinderfortsätze aus einer und derselben Ganglienzelle des mittleren Vaguskernes habe ich auch bei *Orthagoriscus* beobachtet, l. c.

3) Ein solches Verhalten ist von G. Walter (Mikr. Studien über das Centralnervensystem wirbelloser Thiere. Bonn, 1863) und von mir (Studien über marine Rhipidoglossen, II. Morphol. Jahrb. Bd. 18. 1885) beobachtet worden.

der inneren Längsbahn Fortsätze von Ganglienzellen des mittleren Vaguskernes bis zu dem Unterhorn und durch diesen bis an die ventrale Peripherie, oder sie umkreisen die innere Längsbahn und verlaufen zwischen ihr und der äusseren Lateralbahn ventralwärts (Fig. 1, *lz*). Häufig durchsetzen aber solche Fasern beide Längsbahnen von oben nach aussen und unten, um zu ihrem Ziele zu gelangen. Sie legen sich, mögen sie wo immer ihre Bahn bis hierher lenken, an der lateralen Peripherie einem bogenförmigen Bündel an (Fig. 1, *vqf*). Dieses sehr lockere Bündel, das von der austretenden Vaguswurzel peripherwärts bis an die ventrale Längsfurche der Oblongata (Figg. 1, 20, *si*) zieht und Nervenfasern des verschiedensten Ursprunges und der verschiedensten Endigung führt, nenne ich die periphere bogenförmige Querfaserung der Oblongata. Jene eben genannten Nervenfasern aus dem mittleren Vaguskern sind Fortsätze von Ganglienzellen, und zwar sind es entweder Achsencylinder oder lange Netzfortsätze. Von diesen Achsencylindern konnte festgestellt werden, dass sie entweder in derselben Oblongatahälfte oder in der entgegengesetzten zu Längsfasern der ventralen Längsbahn (Figg. 19, 20 *vll*) werden. Von denjenigen Achsencylindern, die zwischen innerer und äusserer Längsbahn nach unten gelangen, giebt es sowohl solche, die (Fig. 20, *28*, *28'*) ventralwärts zu Längsfasern derselben Oblongatahälfte werden, als auch solche, die erst auf der anderseitigen Hälfte diese Richtung einschlagen (Fig. 20, *29*, *29'*, *29''*; Fig. 19, *2*, *2'*, *2''*). Manche Achsencylinder aus dem mittleren Vaguskerne vermehren somit die Faserzahl der ventralen Längsbahn derselben Seite, andere wieder jene der anderen Seite. Obgleich ich nicht zu ermitteln vermochte, ob diese Längsfasern aus dem mittleren Vaguskern sich caudalwärts oder nach vorne zu begeben, so ist es in Anbetracht des Umstandes, dass die ventralen Längsbahnen sich erst in der Oblongata aus den ventralen Strängen differenziren, doch wahrscheinlich, dass sie den jederseitigen mittleren Vaguskern mit weiter nach vorne zu liegenden Centren auf irgend eine Weise verbinden.

Es wäre hier noch die Frage zu erwägen, ob es im mittleren Vaguskern auch Ganglienzellen giebt, welche sowohl in den gleichseitigen als auch in den anderseitigen Vagusstamm einen Achsencylinder entsenden. Ich habe dies nie beobachtet, doch giebt es bei *Esox* grosse halbmondförmige Zellen (Fig. 22), die sowohl einen Achsencylinderfortsatz in den gleichseitigen Vagusstamm (*a*) entsenden, als auch eine gleichstarke auf die anderseitige Oblongatahälfte schicken, und an dem eine Endverästelung nicht zu beobachten war. Obgleich ich mit dem Endverhalten solcher Fortsätze nie in's Klare kam, möchte ich doch eher annehmen, dass es sich um einen langen Netzfortsatz als um einen Achsencylinderfortsatz handelt.

Die Netzfortsätze der Zellen des mittleren Vaguskernes können sehr kurz oder auch auffallend lang sein. Es giebt hier auch Ganglienzellen, die bloss Netzfortsätze besitzen, doch gehören dieselben nie der grossen dreieckigen Art an. Es sind meist kleinere Zellen, die lateralwärts im Kerne lagern, welche dem zweiten Golgi'schen Typus angehören. In dem abgebildeten Fall (Fig. 19, *20*) lag eine solche Ganglienzelle sehr weit lateralwärts im Kern und besass zwei Fortsätze. Einer der-

selben verästelte sich theilweise im Vaguskern, theilweise in nächster Nähe desselben; ein anderer, der eine latero-ventrale Richtung einschlug, gab einen feinen Nebenast in die Vaguswurzel ab — doch verästelte sich dieser Fortsatz dort bloss — und gelangte dann unterhalb der Vaguswurzel, zwischen dieser und den beiden lateralen Längsbahnen, zur Endverästelung. Ein anderer langer Netzfortsatz begab sich dorsalwärts bis in den inneren Theil des oberen Vaguskernes (*ok*) und löste sich dort auf. Solche Netzfortsätze, die von Ganglienzellen beider Typen und jeder Form und Grösse abgehend in dem Nervennetz des oberen Vaguskernes ihr Ende finden, sind an den Zellen des mittleren Vaguskernes durchaus häufig. Sie gehen entweder direkt von dem Zellkörper (Fig. 19. *2*; Fig. 20, *2'*, *3*) oder erst von dem Achsencylinderfortsatz (Fig. 19, *1*; Fig. 20, *28*) ab. In manchen Fällen konnte ich einen solchen Netzfortsatz (Fig. 20, *3*) sogar quer durch den dorso-lateralen Längsstrang (*rd*) hindurch bis in die Gegend des bogenförmigen dorsalen Wurzeltheiles verfolgen, wo er sich in seine Endäste theilte. Andere Netzfortsätze verästeln sich in ventralen Gebieten und zwar entweder in der nächsten Nähe des Kernes selbst (Fig. 19, *4*) oder tiefer ventralwärts. Besonders sind es jene langen Netzfortsätze, die vom mittleren Vaguskern aus in Gemeinschaft mit Ependymfasern die beiden Lateralstränge durchsetzen und vielfach bis in die Gegend der peripheren bogenförmigen Querfaserung gelangen, die sich hierselbst in das Nervennetz auflösen (Fig. 19, *2''*, *5*, *5'*). Solche Fortsätze können dann auch durch die Unterhörner nach unten gelangen (5'', 6). Sie geben bis zu ihrer Endverästelung fortwährend Nebenfortsätze in grosser Zahl ab (Fig. 20, *24*). Eine Endverästelung kann aber auch in dem Unterhorn erfolgen. Andere lange Netzfortsätze sah ich vielfach von den sich in den Vagusstamm begebenden Achsencylindern abzweigen. Solche Aeste (Fig. 19, *1''''*, *1*[a]) gelangen dann durch die periphere bogenförmige Querfaserung nach unten, wobei sie sich während ihres Verlaufes verästeln.

Wird nun auf die beschriebene Weise ein inniger Zusammenhang des mittleren Vaguskernes mit anderen oft sehr entfernt liegenden Theilen der Oblongata hergestellt, so wird dieser durch die zahlreichen feinen Netzäste der Achsencylinder ein noch innigerer, denn feinste Aeste geben die Achsencylinder durchgehends, ähnlich wie in dem Rückenmarke und wohl überall, ab, die sich dann im anliegenden Nervennetze auflösen.

Ausser den beschriebenen Netzfortsätzen besitzen die Zellen des mittleren Vaguskernes auch solche Fortsätze dieser Art, deren Endverästelung erst in der anderseitigen Oblongatahälfte erfolgt, ein Verhalten, das ja in dem Rückenmark auch ein gewöhnliches Strukturverhältniss darstellt. Oft sind es kräftige Netzfortsätze, und zwar stets solcher Ganglienzellen des mittleren Vaguskernes, die einen Achsencylinderfortsatz in den gleichseitigen Vagusstamm entsenden (Fig. 19, *13*; Fig. 20, *38*), welche durch das Vorderstranggrundbündel hindurch auf die anderseitige Oblongatahälfte gelangen. Solche Fortsätze sind entweder achsencylinderähnlich (Fig. 19, *33*) oder beginnen bald nach ihrem Abgange ihre Verästelung in dem Vorderstranggrundbündel (Fig. 20, *38*). Bei dem Karpfen habe ich dann auch

beobachtet, dass oft ein ganzes Büschel solcher Fortsätze (Fig. 7) durch die Vorderstranggrundbündel sich auf die anderseitige Oblongatahälfte begiebt. Die Verästelung dieser kommissuralen Netzfortsätze erfolgt zumeist in dem Nervennetz der Vorderstranggrundbündel und im Nervennetz des Vorderhornes der entgegengesetzten Seite. Kommissurale Netzfortsätze können an jeder beliebigen Stelle den oberen Vorderstranggrundbündeltheil durchsetzen und auch ganz oben, unter der medianen Längsrinne der Rautengrube (Fig. 19, *33*) ihren Weg nehmen. Ab und zu ziehen manche Netzfortsätze in der Raphe nach unten, um sich dann der anderen Oblongatahälfte zuzuwenden (Fig. 19, *13*). Ferner habe ich noch gefunden, dass solche kommissurale Netzfortsätze des mittleren Vaguskernes auch hinter der Rautengrube zwischen der Kommissur des oberen Vaguskernes und dem Centralkanal auf die anderseitige Oblongatahälfte gelangen, und es ist anzunehmen, dass darin eine direkte Verbindung zwischen den beiden mittleren Vaguskernen vorliegt. Ich besitze ein Präparat von dem Karpfen, wo unterhalb einer gut geschwärzten Kommissurfaser des oberen Kernes (Fig. 2 *d*) zwei Ganglienzellen des mittleren Vaguskernes (*a*, *b*) und zwar je eine aus jedem Kern, mit ihren Fortsätzen gut geschwärzt sind. Während die untere dieser Zellen (*a*) auf die gleichseitige Oblongatahälfte einen Achsencylinderfortsatz entsendet (*a'*), der einen Netzast besitzt, giebt die Zelle einen büschelförmig sich verästelnden Fortsatz in die anderseitige Oblongatahälfte ab. Die obere Zelle besitzt keinen Achsencylinderfortsatz, doch ausser seinem anderen Fortsatz auch einen deutlichen kommissuralen Netzfortsatz.

Der feineren Netzfortsätze, die sich in dem mittleren Vaguskern oder in dem Höhlengrau verästeln, wurde schon gedacht, und so erübrigt es, noch den unteren Vaguskern und andere Theile, von denen der Vagus noch Fasern bezieht, zu besprechen.

Als unteren Vaguskern bezeichne ich die direkte Fortsetzung des Unterhornes in der Gegend des Vagusabganges (Figg. 1, 19, 20 *uh*). Weiter hinten entspringt aus der Fortsetzung des Unterhornes der Postvagalnerv, auf dessen Ursprung weiter unten eingegangen werden soll, doch findet eine Unterbrechung zwischen dem Kern dieses Nerven und dem unteren Vaguskerne innerhalb der Zellsäule nicht statt. Bereits Goronowitsch hat Achsencylinderfortsätze aus dieser Zellsäule in den Vagusstamm treten sehen und spricht auch schon von seinem unteren Vaguskern. Thatsächlich sieht man auch bei der Forelle und dem Hecht schon an Karminpräparaten aus dem unteren Vaguskern ein starkes Bündel von Achsencylindern zwischen dem oberen Theil des Vorderstranggrundbündels und der inneren Lateralbahn nach oben ziehen (Fig. 1 rechts) und sich der mittleren Vaguswurzel beigesellen. An anderen Stellen oder selbst an der anderen Seite desselben Querschnittes (Fig. 1 links) ziehen solche Fasern in demselben Bündel, das ich weiter oben den inneren ventro-dorsalen Querstrang (*ivds*) nannte, nach oben bis in den oberen Vaguskern.

Was die Ganglienzellen des unteren Vaguskernes betrifft, so sind dieselben weder der Form noch der Grösse nach von denen des Unterhornes verschieden. Verglichen mit dem mittleren Vaguskern, lässt sich der Satz formuliren, dass im unteren

Vaguskern sehr grosse und sehr kleine Ganglienzellen vorkommen und dass beide an Grösse beziehungsweise an Kleinheit ihres Körperumfanges die Ganglienzellen im mittleren Vaguskerne übertreffen, und somit ist die Differenz der Grösse der Ganglienzellen im unteren Vaguskern bedeutend grösser als im mittleren Vaguskern. Auch kommen im unteren Vaguskern die für den mittleren Vaguskern so charakteristischen Dreieckszellen nicht vor. Die Zellen des unteren Vaguskernes dienen nicht bloss zur Vermehrung der peripheren Vagusfasern, sondern auch zur Vermehrung der Längsfasern der Vorderstranggrundbündel, der der inneren und äusseren Längsbahnen und der eingestreuten Längsfasern zwischen diesen Bahnen. Es sind somit auch Ganglienzellen im unteren Vaguskern vorhanden, die mit dem Vagus direkt wenigstens nichts zu schaffen haben und sich so verhalten, wie die Ganglienzellen in den Unterhörnern. Ich will zuerst diese Ganglienzellen, beziehungsweise das Verhalten ihrer Fortsätse hier aufführen. Man beobachtet hier vielfach Ganglienzellen, die ihren Achsencylinderfortsatz entweder in das Vorderstrangbündel derselben Seite (Fig. 19, *11*) oder in die innere (Fig. 20, *4*, *4'*) oder äussere (Fig. 19, *27*; Fig. 20, *6*) Lateralbahn entsenden, wo dieselben zu markhaltigen Längsfasern werden. Es fehlt aber auch an solchen Ganglienzellen nicht, die mit ihrem Achsencylinderfortsatz die Zahl der Längsfasern in der ventralen Längsbahn derselben Seite vermehren (Fig. 19, *29*). Andererseits giebt es aber auch solche Ganglienzellen, die ihren Achsencylinderfortsatz an solchen Stellen zu Längsfasern werden lassen, welche zwischen diesen Bahnen gelegen sind. Oft habe ich besonders solche Zellen beobachtet, deren Achsencylinderfortsätze zu Längsfasern wurden, die ihre Lage zwischen dem unteren Ende, der inneren und äusseren Lateralbahn und dem oberen Rande der ventralen Längsbahn in der aus grauer Substanz bestehenden Stelle inne hatten (Fig. 19, *26*, *26'*; Fig. 20, *37*). Dabei ist es bemerkenswerth, dass es auch öfter vorkommt — wie ich dies für das Rückenmark der Knochenfische auch beschrieben habe —, dass der Achsencylinder sich in zwei Aeste theilt, die dann beide zu längsgestellten Achsencylindern werden (Fig. 19, *11*), oder dass der Achsencylinder mehrere kollaterale Achsencylinderäste abgiebt, welche, sich dann nach vorn oder hinten (caudalwärts) wendend, gleichfalls zu Längsfasern werden (Fig. 20, *37*).

Wie aus den Abbildungen deutlich hervorgeht, können die aufgeführten Ganglienzellen an jeder beliebigen Stelle des unteren Vaguskernes liegen. Gewiss ist es ferner, dass, ganz ähnlich wie in dem Rückenmark, auch Ganglienzellen der einen Oblongatahälfte in die andere Hälfte Achsencylinderfortsätze entsenden, denn abgesehen von einzelnen auf dem Präparate nicht im Zusammenhange mit ihren Ganglienzellen stehenden Fasern, die durch die Querfaserung im Vorderstranggrundbündel auf die anderseitige Oblongatahälfte gelangen, sah ich einmal auch eine Ganglienzelle in der unteren Hälfte des rechten unteren Vaguskernes (Fig. 20, *8*), die ihren Achsencylinderfortsatz unterhalb der Vorderstranggrundbündel auf die anderseitige Oblongatahälfte sandte, wo dann dieser innerhalb der ventralen Längsbahn (*vll*) die Längsrichtung einschlug.

Bezüglich des Verhaltens zum Nervennetz brauche ich kaum zu versichern, dass auch hier alle Achsencylinder zahlreiche feine Aeste abgeben, die längs des

Achsencylinderverlaufes sich in das anliegende Nervennetz auflösen. Die längeren Netzfortsätze, welche direkt aus den Ganglienzellen entstammen, können sich in den verschiedensten Gegenden der ventralen Oblongatahälfte auflösen, und es giebt unter ihnen sogar solche (Fig. 20, *13*; Fig. 19, *31*), die bis unterhalb der gleichseitigen Vaguswurzel sich hinziehen, um sich erst dort zu verästeln. Andere verzweigen sich in dem Vorderstranggrundbündel derselben Seite (Fig. 19, *26*), in dem unteren Vaguskern (Fig. 19, *26'*, *31*) oder gelangen in entferntere periphere Theile der ventralen Oblongata (Fig. 19, *15*, *16*, *17*, *18*, *19*). Unter den Nervenfortsätzen, die an letztgenannter Stelle ihr Ende finden, befinden sich vielfach mächtige Fortsätze grösster Ganglienzellen (Fig. 20, *4' 6*).

Viele Netzfortsätze verästeln sich aber erst auf der anderseitigen Oblongatahälfte, und es bewahrheitet sich auch hier vielfach der Satz, dass Ganglienzellen, welche einen Achsencylinder an dieselbe Oblongatahälfte abgeben, oft auch mit dem Nervennetz der anderseitigen Oblongatahälfte durch einen Netzfortsatz sich verbinden. Besonders oft habe ich dies in der ventralen unteren Oblongatakommissur (Figg. 1, 19, 20 *c*) beobachtet. Da ziehen ausser vielen anderen Nervenfasern lange Netzfortsätze jener Ganglienzellen (Fig. 20, *6*) auf die andere Seite hinüber und verästeln sich dort im unteren Vaguskern oder doch in dessen nächster Nähe.

Unter den Ganglienzellen des unteren Vaguskernes giebt es auch solche vom zweiten Golgi'schen Typus[1]), d. h. Ganglienzellen die bloss Netzfortsätze aussenden; sie gehören zu den kleineren. Vielfach senden diese ihre Fortsätze auch in ausserhalb des Vaguskernes gelegene Theile derselben, oder einzelne ihrer Forsätze auch in die jenseitige Oblongatahälfte (Fig. 19, *16*, *17*). Aber auch an solchen fehlt es unter diesen Zellen nicht, die, ähnlich wie in dem Rückenmarke, ihre Fortsätze in die Raphe gelangen lassen und dieselben entweder in den Vorderstranggrundbündeln (Fig. 20, *39*) oder in dem anderseitigen unteren Vaguskerne enden lassen (Fig. 20, *10*). Den Befund, dass auch innerhalb der Vorderstranggrundbündel kleine Ganglienzellen liegen, habe ich schon bei *Orthagoriscus* gemacht; ich kann dieselben hier bestätigen (Fig. 19, *14*; Fig. 20, *9*). Sie können unter Umständen auch einen Achsencylinderfortsatz aufweisen.

Es soll nun zur Beschreibung derjenigen Ganglienzellen geschritten werden, welche die Achsencylinderfortsätze in den Vagusstamm entsenden. Wenn auch zumeist die grossen mittelständigen Ganglienzellen Achsencylinderfortsätze in den Vagusstamm schicken, so entspringen solche Fortsätze auch aus Ganglienzellen jeder Grösse und aus jedem beliebigen Theil des unteren Vaguskernes. Auch bezüglich der Gestalt giebt es keinen Unterschied zwischen diesen Zellen und den übrigen Ganglienzellen des unteren Vaguskerns. Der einzige Unterschied bestände unter ihnen, falls mein negativer Befund sich bewahrheiten sollte, bloss darin, dass die Vaguszellen immer nur einen Achsencylinder besitzen, der sich nie in zwei Achsencylinder theilt; wenig-

1) Ich rechne alle jene Ganglienzellen, die ihre Fortsätze innerhalb des Centralnervensystems auflösen, aus leicht begreiflichen Gründen zum zweiten Typus.

stens habe ich so etwas nie beobachtet. Die Achsencylinder gelangen auf zwei verschiedenen Wegen in den gleichseitigen Vagusstamm. Viele halten den Weg durch den innern ventro-dorsalen Querstrang ein (Fig. 19, *8*, *9*; Fig. 20, *36*), andere gelangen durch den äusseren ventro-dorsalen Querstrang (Fig. 20, *15*) in den Vagusstamm. Oft können selbst an demselben Präparat zwei dicht an einander verlaufende Achsencylinder geschwärzt sein, wie in dem abgebildeten Falle (Fig. 19, *8*), wo der Breitenunterschied zwischen den beiden Achsengliederfortsätzen ein grosser und auch die Grössendifferenz zwischen den beiden Ganglienzellen (*8*, *9*) eine erhebliche war. Doch kann manchmal selbst eine sehr grosse Ganglienzelle (Fig. 20, *36*) einen feineren Achsencylinderfortsatz entsenden, der bezüglich seiner Breite zu den allerschmälsten in der motorischen Vaguswurzel zählt. An diesen Vaguszellen habe ich gleichfalls mehrere Male beobachtet, dass sie einen ihrer längsten Netzfortsätze auf die anderseitige Vagushälfte entsandten (Fig. 19, *8*, *8''*, *15*; Fig. 20, *36*) und der dort dann angelangt, sich im Nervennetz auflöste. Wenngleich die meisten dieser Netzfortsätze durch die ventrale untere Oblongata-Kommissur hinüber gelangen, so bildet letztere doch nicht den einzigen für sie vorgeschriebenen Weg, sondern es können solche Fortsätze auch durch die Querfaserung der Vorderstranggrundbündel auf die andere Seite sich begeben. Es giebt unter diesen Ganglienzellen eine grosse Zahl, welche ihren Achsencylinderfortsatz in den anderseitigen Vagusstamm schicken, wobei auch diese Fortsätze verschiedene Wege einhalten können, um in den betreffenden Vagusstamm zu gelangen. Manche unter ihnen begeben sich, indem sie die Querfaserung der Vorderstranggrundbündel auf irgend eine Weise durchsetzen, in den inneren ventro-dorsalen Querstrang der anderen Seite (Fig. 19, *12*; Fig. 20, *17*, *17'*), andere (Fig. 19, *7*) passiren die ventrale Oblongata-Kommissur und gelangen nachher durch den äusseren ventro-dorsalen Querstrang (*7'''*) in den anderseitigen Vagusstamm. Sämmtliche Achsencylinder geben auf beiden Oblongatahälften Netzästchen ab.

Alle Netzfortsätze solcher Zellen, die ihren Achsencylinderfortsatz in den anderseitigen Vagusstamm entsenden, bleiben auf derselben Seite, auf welcher die Zelle liegt. Vielfach habe ich aber beobachtet, dass solche Ganglienzellen (Fig. 19, *7*) einen ihrer Netzfortsätze durch den inneren ventro-dorsalen Querstrang dorsalwärts sandten, wobei dann dieser Fortsatz in die Gegend des mittleren und oberen Vaguskernes gelangte (*7'*, *7''*) und sich dort verästelte. Zu einem ansehnlichen Theil besteht der innere ventro-dorsale Querstrang aus solchen Netzfortsätzen. Ich habe freilich nicht feststellen können, ob auch andere Ganglienzellen solche Netzfortsätze entsenden; doch habe ich in einem Falle einen Netzfortsatz gesehen, dessen (Fig. 20, *5''*) Zusammenhang mit der Ganglienzelle nicht geschwärzt war, der weit bis hinauf in den dorsalen Vaguskern sich begab. Neben ihm lag auch eine kleine Ganglienzelle (5), deren Bedeutung wegen ungenügender Schwärzung ihrer Fortsätze mir jedoch unklar blieb, und die ebenfalls einen solchen Netzfortsatz in das Nervennetz des dorsalen Vaguskernes entsandte. Es bleibt ferner die Frage offen, ob nicht möglicher Weise auch Kreuzungsfasern, also aus dem entgegengesetzten unteren Vaguskern in den dorsalen Vaguskern gelangen.

Ausser jenen Achsencylinderfortsätzen, deren Ursprung ermittelt werden konnte,

gelangen noch zahlreiche Achsencylinder in die Vagusstämme, welche aus Längsbündeln stammen und deren Ursprungsstelle mir daher zur Zeit unbekannt ist. Es sind dies Fasern, welche aus dem Vorderstranggrundbündel, sowie aus den Lateralbahnen stammen. Aus dem Vorderstrangbündel erhält der Vagusstamm eine grosse Zahl von peripheren Achsencylindern. Die längsverlaufenden Fasern des Vorderstranggrundbündels — die ich nach meinen Mittheilungen über das Rückenmark der Teleostier nicht eingehender zu schildern brauche — geben eine grosse Zahl von Netzfortsätzen ab, die theilweise im Nervennetz des Bündels derselben oder der entgegengesetzten Seite, theilweise in den Vorderhörnern sich auflösen (Fig. 19, *30*); andere von ihnen gelangen in der Raphe ventralwärts und verästeln sich erst oberhalb der ventralen unteren Oblongata-Kommissur (Fig. 19, *24*, *24'*, *24''*). Auch an kleinen Ganglienzellen (Fig. 20, *9*, *10*; Fig. 19, *14*) fehlt es, wie dies schon erwähnt wurde, innerhalb des Vorderstranggrundbündels nicht, und somit bestehen hier in jeder Beziehung dieselben Strukturverhältnisse wie in dem Rückenmark. Die Achsencylinder, welche aus dem Vorderstranggrundbündel in den Vagusstamm gelangen, sind vorwiegend, wenn nicht ausschliesslich, gekreuzte Fasern; es ist mir wenigstens, einen einzigen aber auch zweifelhaften Fall abgerechnet, nie eine Faser begegnet, welche aus der gleichseitigen Vorderstranggrundbündel-Hälfte in den Vagusstamm gelangt wäre. Wie weit aber dieser einzige Fall für eine solche Möglichkeit sprechen könnte, möge nach der Schilderung der Leser selbst beurtheilen. Es war das (Fig. 20, *12*) eine breitere Nervenfaser, die aus der linken Vorderstrangbündel-Hälfte nach oben bog und bis in den mittleren Vaguskern gelangte. Hier hörte sie plötzlich auf, d. h. war nicht weiter geschwärzt worden. Obgleich nun diese Faser unten mit einem längsgestellten Achsencylinder zusammenhängt, so könnte derselbe möglicher Weise doch den Fortsatz einer Ganglienzelle im mittleren Vaguskern vorstellen, der sich mit einem Achsencylinder des gleichseitigen Vorderstranggrundbündels verband. Solch ein Fall dürfte nach dem von mir im Rückenmark beschriebenen Strukturverhalten nicht überraschen.

Die gekreuzten Fasern aus den Vorderstranggrundbündeln lassen sich oft und deutlich zur Darstellung bringen. Sie (Fig. 20, *11*, *11'*, *11''*, *11'''*) gelangen durch die Querfaserungen des Vorderstranggrundbündels auf die anderseitige Oblongatahälfte und ziehen in dem inneren ventro-dorsalen Querstrang nach oben, sich hier in das Vagusbündel mengend. Einen anderen Weg schlagen diese Fasern, um in die Vaguswurzel zu gelangen, nicht ein; wenigstens konnte ich etwas Aehnliches nie beobachten, denn diejenigen gekreuzten Fasern, welche durch den äusseren ventro-dorsalen Querstrang nach oben gelangen (Fig. 20, *25*), sind solche Achsencylinder, die das Vorderstranggrundbündel mit der dorso-lateralen Längsbahn verbinden und entweder Fasern Kleinhirnursprunges sind, oder Verbindungen zwischen Rückenmarkscentren und anderen Hirncentren darstellen. Die Vagusfasern aus dem Vorderstranggrundbündel gehören zu der breiten Art und geben gleich anderen Achsencylindern viele Netzästchen ab. Ueber ihren Ursprung kann kein Zweifel bestehen, sie sind Längsfasern, welche lange Bahnen darstellen und aus den verschiedensten Theilen des Rücken-

markes, in dessen Unterhörnern aus Ganglienzellen entspringen; man könnte sie daher als ventrale Vagusbahnfasern des Rückenmarkes bezeichnen. Aehnliche Längsbahnen sind es, die wohl alle Kopfnerven mit Rückenmarkscentren verbinden.

Andere motorische Längsfasern gelangen aus den inneren und äusseren Längsbahnen, und zwar stets derselben Seite in den Vagusstamm. Die Annahme, dass solche Fasern nur aus derselben Rückenmarkshälfte in den Vagus gelangen, scheint mir höchst wahrscheinlich, denn es gelang mir nie, eine Kreuzung hinter der Rautengrube von solchen Fasern zu beobachten (Fig. 27), was jedoch, da es sich ja, wie ich nachgewiesen habe[1]), in den lateralen Längssträngen des Rückenmarkes — aus denen die lateralen Längsbahnen der Oblongata sich differenziren — um kurze Bahnen handelt, anders nicht denkbar wäre. Es müsste denn sein, dass der Austausch solcher Fasern zu Beginn des Rückenmarkes durch die Mauthner'sche Kommissur erfolgte. Man könnte aber in Anbetracht der negativen Befunde eher denken, dass die gekreuzten Fasern aus ventralen, also motorischen Centren des Rückenmarkes, durch die Vorderstranggrundbündel, die ungekreuzten durch die lateralen Längsbahnen in den Vagus gelangen. Zukünftige Untersuchungen haben hierüber zu entscheiden.

Die Vaguslängsfasern aus der inneren lateralen Längsbahn habe ich auf Weigert'schen Präparaten öfter zur Darstellung gebracht (Fig. 27, *ill*). Es ist in der Längsmitte der Vagusgegend, wo diese Fasern, denen sich auch gekreuzte Fasern (*c*, *v*) aus dem mittleren Vaguskern beigesellen, in Form eines ansehnlichen Bündels (*v*) in den Vagusstamm gelangen. Aber auch an Karminpräparaten ist dies zu beobachten (*v'*). Dabei ist es auch sicher, dass diese Fasern bei der Forelle in mehrere hinter einander liegende Bündel vertheilt sind und sich auf die Weise in den Vagusstamm begeben. Der übrige Theil der lateralen Längsbahn setzt sich dann weiter nach vorne fort, wo er u. A. dann aus sich die aufsteigenden Trigeminuswurzeln abgiebt (Fig. 27, *r*, *asc*, *V*).

Die Vagusfasern aus den lateralen Längsbahnen lassen sich auch auf quergeschnittenen Golgi'schen Präparaten darstellen, und ich habe mehrfach Gelegenheit gehabt, solche Fasern sowohl aus der inneren (Fig. 20, *22*), als auch aus der äusseren lateralen Längsbahn (*35*) in den Vagusstamm gelangen zu sehen. Besonders gut lassen sich jene aus der äusseren Längsbahn erkennen, da oft bis sieben solcher Vagusfasern geschwärzt werden. Es ist immer die obere Hälfte der äusseren lateralen Längsbahn, welche diese Fasern führt. Dieses Verhalten lässt sich übrigens auch auf längsgeschnittenen Karminpräparaten zur Darstellung bringen (Fig. 27, *w*).

Bevor ich zur Zusammenfassung der Resultate über den Vagusursprung schreite, um dann die Verhältnisse im spinalen Vagusganglion kurz zu besprechen, will ich zuvor noch die Struktur einzelner anderer Oblongatatheile in der Vagusgegend erledigen. Es wurde bereits mitgetheilt, dass jene Stelle, wo der lateralste Theil der

1) Morphol. Jahrb. Bd. 23. 1895.

Lateralstränge im Rückenmarke lag, in der Oblongata der Vagusgegend von grauer Substanz eingenommen wird (Fig. 1, *pg*), und dass innerhalb dieses Gewebes auch längsgestelle, markhaltige Fasern vorkommen. Dieses graue Gewebe zieht sich dann ventralwärts bis zum Sulcus longitudinalis inferior (*si*), wo es an das der andern Seite anstösst. Die Stelle, wo dies geschieht, wird von divergirenden Ependymfasern durchsetzt, die durch die Raphe (*rph*) aus dem Ependym der Rautengrube hierher gelangen und sich einzeln an der Neurogliahülle befestigen. Auch habe ich mitgetheilt, dass lateralwärts die eben besprochene, graue Substanz durch ein von oben nach unten und medianwärts ziehendes, diffuses Bündel von Nervenfasern durchzogen wird, das ich die dorso-ventrale Querfaserung oder Querstrang (Fig. 1, *vgf*) nannte. Die Fasern dieser Stränge kreuzen sich medianwärts, wodurch die untere Hälfte der unteren ventralen Oblongata-Kommissur (Figg. 1, 19, 20, *c*) zu Stande kommt. Doch entsteht diese Kommissur nicht ausschliesslich durch die Kreuzung der Fasern der dorso-lateralen Querstränge, sondern es nehmen an ihrer Bildung auch kommissurale Achsencylinder und kommissurale Netzfortsätze aus dem unteren Vaguskern Theil. Obgleich stellenweise diese beiden Abschnitte der Kommissur (Figg. 19, 20, *c*, *c'*) von einander durch graue Substanz getrennt sind (Fig. 1), giebt es doch auch ebenso viele Stellen, an denen die Trennung des oberen Theiles vom unteren unmöglich ist, und wo dann nur eine einheitliche Kommissur existirt. Darum lässt es sich aber nicht bestreiten, dass die obere Hälfte (*c'*) der Kommissur den beiden unteren Vaguskernen angehört, während die untere zum grössten Theil durch Kreuzungsfasern der dorsoventralen Querstränge dargestellt wird. Die speciellen Ursprungsgebiete dieser Querfaserung brauche ich hier, da sie weiter oben angegeben wurden, nicht mehr zu erörtern und nur zwei Gruppen von Ganglienzellen, von denen wenigstens eine mit ihr in irgend einer Beziehung steht, mögen noch besprochen werden. Die eine Gruppe ist diffus und wird von sporadisch lateralwärts von dem unteren Vaguskern und der äusseren Lateralbahn in die graue Substanz eingestreuten, kleinen Ganglienzellen gebildet (Fig. 1, *m*, *m'*). Einzelne von diesen Zellen gelangen weit hinauf bis in die Vaguswurzel (Fig. 1), andere gerathen ventralwärts ganz nahe an den unteren Vaguskern (Fig. 1, rechts). Diese Ganglienzellgruppe ist ohne allen Zweifel durch die Gruppirung von kleinen Ganglienzellen aus den Lateralsträngen des Rückenmarkes, die ich andernorts ausführlichst beschrieben habe, und nicht aus Zellen des unteren Kernes hervorgegangen. Gegen die letztere Annahme würde nicht nur ihre Kleinheit, sondern auch ihre zeitige Lagerung sprechen. An Golgi'schen Präparaten konnte ich über diese Zellen nicht viel ermitteln, da ihre Fortsätze sich nur auf kurze Strecken schwärzen. Mehrere Male habe ich aber beobachtet (Fig. 19, *a*; Fig. 20, *16*), dass sie einen langen Netzfortsatz bis in den dorsalen Vaguskern sandten, wo sich derselbe dann im Nervennetz verästelt. Andere kürzere Netzfortsätze verästeln sich an Ort und Stelle.

Vielfach waren aber zwei oppositipole stärkere Fortsätze von anderen wenigen und schwächeren zu unterscheiden; der obere zog nach oben, der untere nach unten

in den dorso-ventralen Querstrang (Fig. 20, 7, 7'). Der obere Fortsatz möchte wohl in den dorsalen Vaguskern gelangen, was jedoch mit dem unteren geschieht, konnte ich, da derselbe nie auf längere Strecke geschwärzt ward, nie feststellen. Wie Längsschnitte aber lehren, geben diese Zellen auch nach vorne zu gerichtete, längere Aeste ab. Ihre wahre Bedeutung bleibt somit unklar, doch glaube ich immerhin, dass es sich hier um Ganglienzellen handelt, die eine Vermittelung mit nach vorne zu gelegenen Centren besorgen.

Eine untere, viel kompaktere Zellgruppe liegt medianwärts in der Oblongata, lateralwärts von dem Sulcus longitudinalis inferior, dicht an der Neurogliahülle (Fig. 1, *n*, *n'*). Ihre Genese ist wohl dieselbe wie die der oberen Gruppe, mit dem Unterschiede jedoch, dass Ganglienzellen aus den ventralen Strängen zur Verwendung gelangen. Diese Zellgruppe jederseits ist, wie ich es in einer späteren Arbeit zeigen werde, der hintere Trochleariskern. Er dient jederseits einem Längsbündel zum Ursprung, das, an gleicher Stelle wie hinten der hintere Trochleariskern gelegen, die ganze Oblongata durchzieht und bei dem vordern Trochleariskern zu diesem sich nach oben begiebt. Ich habe dieses Bündelpaar auch bei *Orthagoriscus* gesehen und gezeichnet, doch blieb mir damals seine Bedeutung unbekannt[1]).

Hier mögen nun noch einmal die Ergebnisse über den Vagusursprung übersichtlich zusammengestellt werden, was am besten an der Hand einer schematischen Abbildung (Fig. 29) geschieht, auf welcher mit Roth die Ventralstränge, beziehungsweise ihre Fortsetzung, die Vorderstranggrundbündel, mit Blau die Lateralstränge und ihre Fortsetzung, die lateralen Längsbahnen, und mit Gelb die Dorsalstränge dargestellt werden. Der Vagus bezieht:

1. Fasern aus dem Hinterhirn derselben (*e'*) und aus der entgegengesetzten Seite (*f*).

2. Fasern aus unbekannten Centren des Gehirns (*g*), welche wohl durch die lateralen Längsbahnen, zum Theil aber auch den Vorderstranggrundbündel ihren Verlauf zum Vagus nehmen.

3. Fasern aus dem oberen Vaguskern sowohl direkten als auch indirekten Ursprunges (aus kleinen Ganglienzellen und aus dem Nervennetze). Diese Fasern können sowohl aus dem gleichseitigen (*d'*, *c'*), als auch aus dem anderseitigen Kern entstammen (*a'*, *b'*). Da anzunehmen ist, dass die Fasern indirekten Ursprunges sich zum grössten Theil dichotomisch theilen und ihre beiden Aeste weit nach oben, beziehungsweise unten reichen, so ist von dem unteren Aste vorauszusetzen, dass er unter Umständen weit hinunter in das Rückenmark gelangt, und dass solche Astfasern sich an bestimmten Stellen des Dorsalstranges gruppiren, wie dies thatsächlich zur Beobachtung gelangt (aufsteigende dorsale Vaguswurzel).

---

1) Ich möchte bis auf Weiteres die Verhältnisse der Vagusgegend, wie ich sie bei *Orthagoriscus* beschrieben, nicht mit denen der hier untersuchten Fische vergleichen, da bei *Orthagoriscus* in der Oblongata eine gewisse Koncentration sich eingestellt hat, und auf diese Weise Theile in die Vagusgegend gelangten, die bei anderen Teleostiern weiter vorn liegen. In einem späteren Aufsatze will ich jedoch den Vergleich durchführen.

4. Fasern aus den Ganglienzellen des gleichseitigen (*a*) und des anderseitigen (*b*) mittleren Vaguskernes.

5. Fasern aus dem unteren Vaguskern sowohl derselben (*d*) als auch aus der entgegengesetzten Seite (*c*). Da nun auch gekreuzte Längsfasern aus den Vorderstranggrundbündeln in den Vagus gelangen, diese aber soweit sie aufsteigender Art sind, nur aus den Ganglienzellen der Unterhörner entspringen, so ist nur die Annahme zulässig, dass sie aus solchen Zellen an beliebiger Stelle des Rückenmarkes entstehen.

6. Fasern aus der gleichseitigen Hälfte der lateralen Längsbahnen. Da diese Bahnen aber als die direkte Fortsetzung der Lateralstränge zu betrachten sind, von denen ich den Nachweis erbracht habe[1]), dass sie kurze Bahnen, entstanden aus den Ganglienzellen der oberen Hälfte der Vorderhörner, darstellen, so ist es klar, dass diese Vagusfasern auch nur solche kurze Bahnen sein können, die wie die Beobachtung lehrt, fortwährend auch in den unteren Vaguskernen entstehen, beziehungsweise mit anderen gleichen Zellen des Rückenmarkes kettenförmig zusammenhängen.

Es ist die dorsale Vaguswurzel der dorsalen Spinalnervenwurzel und die ventrale der ventralen gleichzustellen. Ebenso wie für die motorische Spinalnervenwurzel, lassen sich aber auch für die motorische Vaguswurzel innerhalb des Centrums zwei Bezirke unterscheiden, aus denen sich die Wurzel sammelt, und der Unterschied wäre bloss der, dass der eine dieser Bezirke in Form des oberen motorischen Vaguskerns eine grosse Koncentration erfahren hat. Man könnte dies richtiger auch so ausdrücken, dass diejenigen Vorderhornzellen, denen die laterale Wurzel der Spinalnerven ihren Ursprung verdankt, sich von dem Zellkomplexe der Vorderhörner gesondert haben, wenn es nicht als festgestellt zu betrachten wäre, dass diese Sonderung selbst innerhalb des Rückenmarkes eine viel ursprünglichere ist (Plektognathen), als das Vermischtsein der Ganglienzellen. Darum ist es viel richtiger, wenn wir sagen, dass ursprünglich die Sonderung jener Ganglienzellen, welcher die lateralen motorischen Wurzeln der Spinalnerven ihren Ursprung verdanken, von denen des ventralen Theiles gesondert war, dass dieser Zustand zwar später verwischt wurde, dass aber der Vagus denselben nicht nur gewahrt, sondern sogar weiter ausgebildet hat. Jene Neigung der lateralen Wurzelhälfte der Spinalnerven, sich von der ventralen auf kurze Strecke abzuspalten, habe ich für *Esox* beschrieben und abgebildet[2]). So mag es denn auch bei der Sonderung des Hinterhauptes gekommen sein, dass die beiden ventralen Vaguswurzeln einer Seite getrennt von einander aus der Oblongata abgingen, sich aber dann mit einander noch innerhalb der Skeletthülle vereinigten. Die Vereinigung mit der dorsalen Wurzel noch innerhalb des Primordialkraniums wäre dann als ein weiterer Schritt zu der Vereinigung der ventralen Wurzel innerhalb der Oblongata zu betrachten. Erst nachher erfolgte die intermedullare Vereinigung aller drei Wurzeln, womit der momentane Zustand erreicht ward. Für den

1) Morphol. Jahrb. Bd. 23.
2) l. c. Fig. 13.

Zustand, nach welchem alle drei Vaguswurzeln in verschiedenen Höhen die Oblongata verliessen, steht *Protopterus* ein. Nach Burckhardt[1]) soll nämlich an dem Hirne dieses Thieres der Vagus mit drei über einander liegenden Wurzelreihen die Oblongata verlassen. Es ist dies ein primäres Verhalten auch dem der Selachier gegenüber, was wohl mit den vielen primären Verhältnissen des Dipnoergehirns zusammenhängt.

Hier wäre es für uns von einiger Wichtigkeit, die Art und Weise wie diese interspinale Wanderung der ventralen Vaguswurzeln erfolgen konnte, näher zu betrachten. Hierbei ist der Grund, der die Aufwärtsschiebung veranlasste, für unsere Frage insofern gleichgiltig, da uns vorerst nur der Process interessirt. Man kann nicht ohne Weiteres annehmen, dass die untere Vaguswurzel (der Einfachheit halber will ich bloss von einer ventralen Wurzel sprechen) sich durch die Lateralstränge nach oben zu verschoben hätte, denn dieser Process in dieser Form, würde das Einwärtsschieben der Lateralstränge involviren, was doch nicht erfolgt ist. Ich will diesen Process durch das Verhalten einer einzigen Ganglienzelle — wobei ich die Kenntniss meiner neueren histologischen Befunde am Rückenmark der Knochenfische voraussetze — klarlegen. Dabei mögen die gekreuzten Fasern nicht weiter in Betracht kommen, da sich diese auch so verhalten wie die ungekreuzten. Ich nehme an, was ich nach meinen neueren histologischen Befunden anzunehmen berechtigt bin, dass eine Ganglienzelle aus dem Unterhorn (unterem Vaguskern) einen Achsencylinderfortsatz in den peripheren ventralwärts abgehenden Nerven entsendet, während er gleichzeitig einen zweiten Achsencylinderfortsatz hoch in den Lateralstrang gelangen lässt, der erst nach längerem Verlaufe als Längsfaser, sich etwas nach unten drehend, in den peripheren Stamm gelangt. Man könnte sich die Sache aber auch etwas anders vorstellen. Es könnte nämlich dieselbe Ganglienzelle einen Achsencylinder in den peripheren Stamm schicken und gleichzeitig sich mit einem anderen Fortsatz mit einer oben im Lateralstrang gelegenen Längsfaser, die in der angedeuteten Weise später in den peripheren ventralwärts abgehenden Stamm gelangt, verbinden. Bei der Aufwärtsschiebung des peripheren Stammes würde dann einfach nur jener Achsencylinder verkümmern, der direkt in den Stamm gelangt, während der obere Achsencylinder sich stärker entwickelt und erhalten bleibt.

Zum Schlusse möchte ich noch darauf hinweisen, dass in Zukunft bei der Beurtheilung eines Kopfnerven nicht mehr das äussere Verhalten allein, sondern vor Allem auch der histologische Bau des Ursprunges maassgebend sein muss, denn es zeigt sich bei dem Vagus, dass, trotzdem derselbe — mit Ausnahme von *Protopterus* — mit einer äusserlich einheitlichen Wurzel das Gehirn verlässt, diese sowohl die ursprünglich dorsale, als auch die ventrale Wurzel in sich vereinigt.

1) R. Burckhardt, Das Centralnervensystem von *Protopterus annectens*. Berlin 1892.

Es möge hier nun das histologische Verhalten des vagalen Spinalganglions kurz besprochen werden. Es ist durchaus nicht so einheitlich gebaut, als es nach den Angaben van Gehuchten's anzunehmen wäre, denn es kommen in demselben Differenzirungen vor, die es den Spinalganglien gegenüber als höher potenzirt erscheinen lassen. Schon Tinktionspräparate lehren, dass das vagale Spinalganglion, das bei allen von mir untersuchten Teleostiern fest der Oblongata anliegt (Fig. 1)[1]), äusserlich aber unkenntlich ist (Fig. 5, 10), aus zwei Abschnitten besteht. Bei *Salmo fario* lässt sich ein kleinerer oberer und innerer Abschnitt (Fig. 1, 19 *vgg'*) von dem übrigen Ganglion (*vgg*) gut unterscheiden. Gegen einander werden die beiden Abschnitte durch eine Querfurche begrenzt. Sie sind darin von einander verschieden, dass der grössere Abschnitt die bekannten kleinen Ganglienzellen führt, während der innere sehr grosse (bis 30 mm messende) Ganglienzellen in sich birgt. Bei *Barbus* sind die Strukturverhältnisse innerhalb des vagalen Spinalganglion insofern von jenen der Forelle verschieden, als es bei *Barbus* (Fig. 23) zu keiner Differenzirung von zwei Abschnitten gelangt und grosse und kleine Ganglienzellen nicht auf bestimmte Stellen im Ganglion vertheilt sind. Die kleinen Ganglionzellen fand ich stellenweise so gestaltet, wie sie van Gehuchten beschrieben hat, d. h. mit zwei oppositipol gestellten Fortsätzen versehen (Fig. 23, *6 6'*), oder so, dass diese zwei Fortsätze fest an aneinander liegend, die Zelle verlassen (6″) und die Zelle dann eine birnförmige Gestalt besitzt. Die Fortsätze dieser Zellen, die alle sensibeln Fasern aus dem oberen Vaguskerne (Fig. 19) angehören, sind sehr fein und öfters zart geschlängelt. Darüber, ob diese Ganglionzellen bloss mit Fasern indirekten Ursprunges, wie es ja allgemein angenommen wird, aus dem dorsalen Vaguskerne zusammenhängen, oder ob sie sich auch mit Achsencylinderfortsätzen der kleinen Ganglienzellen jenes Kernes anastomosiren, konnte ich nicht feststellen. Auch die Frage, ob diese kleineren Ganglionzellen in dem Vagusganglion noch etwaige feinste Netzfortsätze abgeben, scheint mir noch nicht mit absoluter Sicherheit erledigt zu sein. Einstweilen möchte ich mit van Gehuchten annehmen, dass sie keine besitzen.

An dem inneren kleineren Abschnitte des spinalen Vagusganglions der Forelle gelang es mir nie, grosse Ganglienzellen zu schwärzen, obgleich oft sonst ganz hübsche Schwärzungen erzielt wurden (Fig. 19). Dafür gelang es mir bei *Barbus* öfter, auch grössere Ganglienzellen durch dieses Verfahren zur Darstellung zu bringen. Da ich aber trotzdem keine so vollkommene Schwärzung zu erzielen vermochte, dass sie volle Einsicht in die Struktur des Ganglions gestattet hätte, so will ich mich einstweilen mit der Beschreibung einzelner Beobachtungen begnügen und überlasse eine Verallgemeinerung zukünftigen Untersuchern. Vor Allem ist es auffällig, dass es grössere Ganglienzellen in dem spinalen Vagusganglion giebt (Fig. 23, *1*), die ausser ihren oppositipol gestellten zwei Achsencylinderfortsätzen noch einen bis zwei feine Netzfortsätze aufweisen,

---

1) Bei älteren Embryonen und auch bei dem jungen Thiere mit Dottersack ist das Vagusganglion nie so koncentrirt, sondern die Ganglienzellen liegen mehr zerstreut um den Vagusstamm. Zum grossen Theil liegt dann das Ganglion ausserhalb des Schädels.

und welche sich dann innerhalb des Ganglions verzweigen. Eine Ganglienzelle (*2*), an der nur einer ihrer Achsencylinderfortsätze geschwärzt wurde, besass sogar drei solche Netzfortsätze, und auch der geschwärzte Achsencylinderfortsatz aus der Oblongata gab innerhalb des Ganglions solche Aestchen ab. Andere Zellen der grösseren Art (*4*) waren fast immer unvollständig geschwärzt. An der Stelle, wo bei der Forelle der innere Abschnitt des Ganglions sich befindet (*vgg'*), habe ich peripher gelegene grosse Ganglionzellen mehrere Male geschwärzt, und einmal habe ich deutlich gesehen (*8*), dass sich ein aus der Oblongata kommender breiter Achsencylinder, der zuvor in dem Ganglion einen kräftigen Netzfortsatz abgab, mit der Zelle verwachsen war. Gleich neben dieser Stelle trat dann aus der Zelle ein anderer Fortsatz ab, der jedoch nicht weiter geschwärzt war, doch allem Anscheine nach peripherwärts bog. Gabelförmige Theilungen von Achsencylindern im Ganglion gehören durchaus nicht zu den Seltenheiten (Fig. 19, *28*; Fig. 23, *6'*, *7*), was vielfach zu einer Vermehrung der peripherischen Achsencylinder führt. Aber auch den Fall habe ich beobachtet (Fig. 23, *5*), dass zwei feinere motorische Achsencylinder innerhalb des Ganglions mit einander zu einer recht breiten Faser verschmolzen, der dann als solcher das Ganglion durchsetzte. In manchen Fällen war an motorischen Fasern eine Verdickung zu beobachten (*3*), die feine Netzfortsätze abgab und von der ich nicht zu entscheiden vermochte, ob sie etwa einer langgestreckten Ganglienzelle entspricht, oder ob sie bloss eine Verdickung sei. Jedenfalls giebt es eine ganze Menge motorischer Fasern, die ohne Abgabe von Netzfortsätzen in dem Ganglion dasselbe durchsetzen, doch möchte ich warnen, dies von allen motorischen Fasern annehmen zu wollen, wie das allerdings heute üblich ist. So viel geht aus meinen Beobachtungen aber mit einiger Sicherheit hervor, dass in diesem Ganglion sich auch ein Nervennetz vorfindet, denn sonst wären die Netzfortsätze der Ganglienzellen und der Achsencylinder unverständlich.

Ursprung aus dem koncentrirten Nachhirn.

Ich schliesse hier meine Erörterung über die Vagusgegend derjenigen Knochenfische mit gestreckter Oblongata und werde an der Hand des Karpfenhirnes jene des koncentrirten Nachhirnes besprechen, wobei ich jedoch den Ursprung des Postvagalnerven auch der anderen Formen mit erörtern möchte. Bei sämmtlichen von mir untersuchten Knochenfischen entspringt der Postvagalnerv ganz so wie die ventrale Wurzel des WEBER'schen Accessorius. Dabei ist es ganz unwichtig, ob der Postvagalnerv mit einer oder zwei äusseren Wurzeln (*Salmo*) das Rückenmark verlässt. Sein Ursprung entspricht in jeder Beziehung der einer ventralen Rückenmarksnervenwurzel (Fig. 15, *v*), warum ich diesbezüglich auf meine citirte Rückenmarksarbeit verweisen möchte. Der einzige Unterschied wäre nur darin gegeben, dass der Post-

vagalnerv ein viel mächtigeres Bündel bildet, was sich auch in seinem Ursprungsgebiet ausspricht. So ist u. A. die noch in ihrer Ursprünglichkeit gut erhaltene Mauthner'sche Kommissur viel kräftiger als sonst wo im Rückenmark. Selbstverständlich kommen auch viele auf- und absteigende Längszüge dem Nerven zu Gute. Wie ich das bereits in meiner Arbeit über das Rückenmark hervorgehoben habe, liegt jener Theil des Rückenmarkes, welcher sich von der Oblongata an bis zum ersten Spinalnerven erstreckt und bezüglich seines Baues sich durchaus dem Rückenmarksbau anschliesst, noch innerhalb des Kraniums. Ich hatte ihn darum das interkraniale Rückenmark genannt.[1]) Es ist recht kurz bei der Forelle (Fig. 5 *cr*), etwas länger bei dem Hecht und auffallend lang bei *Anguilla* (Fig. 10 *cr*) und den Cyprinoiden (Fig. 9, *cr*). Von ihm geht kein Nerv ab, was sich durch den Umstand erklären lässt, dass die meisten in ihm entsprungenen Längsfasern nach vorne sich begeben, um sich dort in die Wurzel des Postvagalnerven beziehungsweise der ventralen Wurzel des Weber'schen Accessorius einzusenken. Oder mit anderen Worten, alle die ventralen Wurzeln, die aus diesem Rückenmarksstück entstanden, wurden nach vorne verschoben und vereinigten sich dort zum Postvagalnerven. Besonders sind in Folge dieses Verschiebungsprocesses die motorischen Längsstränge reicher an Längsfasern als sonst in dem übrigen Rückenmark und folglich das interkraniale Mark auch dicker als das übrige Rückenmark.

Auffallend ist es, dass die ventro-lateralen Längsbahnen (Fig. 1, *vll*, *vll'*) bei den Cyprinoiden nicht so mächtig sind und auch nie so zum Ausdruck gelangen als bei *Salmo*, *Esox* und *Anguilla*. Hieraus kann man nun den Schluss ziehen, dass diese Längsbahnen viele absteigende Längsfasern in sich führen, die, aus ventralen Gehirnabschnitten entspringend, sich in die ventrale Rückenmarkshälfte begeben, und dass derjenige Theil dieser Bahnen, welcher in den Postvagalnerven gelangt, sich seiner ganzen Länge nach bei den Cyprinoiden in Folge der grossen Hirnkoncentration abgetrennt hat und nunmehr bei ihnen als die vordere Wurzel des Weber'schen Accessorius (Fig. 8, 9, *a*) ausserhalb des Centralnervensystems liegt. Aus dem äusseren Verhalten dieser Wurzel wissen wir ferner, dass sie in der Gegend des vorderen ventralen Trigeminuskernes, sowohl derselben als auch der entgegengesetzten Seite, entspringt. Ihr äusseres Verhalten wurde weiter oben besprochen.

Es erübrigt uns hier noch den Ursprung der dorsalen Wurzel des Weber'schen Accessorius zu besprechen, um dadurch den Nachweis für meine weiter oben gemachte Behauptung, dass diese Wurzel ein abgetrennter Vagustheil sei, zu erbringen. Wie ich es bereits mitgetheilt habe, geht die ventrale Wurzel des Weber'schen Accessorius vor der dorsalen Wurzel ab, doch so nahe von ihr, dass auf einem Querschnitte

---

1) Sein Vorhandensein ist eben durch das Bestehen des Postvagalnerven verständlich. Bei den Cyclostomen (*Petromyzon Planeri*) ist der Postvagalnerv und mit ihm auch das interkraniale Rückenmark vorhanden. Da letzterer entsprechend der Lage des Hinterhauptloches bis in die Gegend der vierten Kiemenspalte reicht, so ist er von ansehnlicher Länge. Bei der Larve (Ammocetes) ist er länger als bei dem erwachsenen Thiere.

noch das Hinterende der ventralen und das Vorderende der dorsalen Wurzel getroffen wird (Fig. 15). Dorsalwärts zeigt hier das Mark jederseits eine hügelförmige Erhebung (Figg. 8, 15 *hg*), welche nach vorn zu immer mächtiger wird (Fig. 16 *hg*). Etwas hinter den Lobi nervi vagi wird dann die anfangs tiefe Längsrinne (Figg. 15, 16 *rn*), welche die beiderseitigen postvagalen Hügel von einander trennt, ganz flach (Fig. 17 *rn*), und die beiden Hügel (*hg*, *hg'*) scheinen eine einzige Masse zu bilden. Die beiden postvagalen Hügel sind ja im Princip auch bei den Knochenfischen mit gestreckter Oblongata vorhanden (Figg. 13, 14 *d*) und das Fremdartige bei den Cyprinoiden ist ausser dem grossen Koncentrationsgrad noch der Abgang eines Nervenwurzelpaares (Fig. 15 γ) aus diesem Hügelpaar. Innerhalb dieser Hügel liegt somit das Ursprungsgebiet der dorsalen Wurzel vom Weber'schen Accessorius, doch geht der vordere Theil der postvagalen Hügel ganz kontinuirlich in die Lobi nervi vagi über, und aus ihren vorderen Enden entspringen bereits Vagusfasern (Fig. 17 *a'*). Aber auch der innere Bau der Hügel bezeugt, dass wir es in ihnen im Wesentlichen bereits mit dem Vagusgebiete zu thun haben. Zu innerst liegt in jedem Hügel eine graue Masse (Figg. 15, 16 *hh*), welche als die direkte Fortsetzung der Oberhörner zu betrachten ist. Lateralwärts von ihr erkennen wir die dorso-laterale Längsbahn (*rd*), die nach vorn zu immer kompakter wird (Fig. 16 *rd*), bis sie zum Schlusse in der Gegend, wo die postvagalen Hügel allmählich in die Lobi n. vagi übergehen und die Rautengrube bald davor aufhört (Fig. 17), ein ganz kompaktes Bündel darstellt (*rd*). Was den Ursprung der oberen Wurzel des Weber'schen Accessorius betrifft, so sehen wir vor Allem den bogenförmigen dorsalen Wurzeltheil (Fig. 15 *a'*) von innen und oben nach unten und lateralwärts sich biegen und in den Nerven (γ) gerathen. Ein Theil dieser Wurzel durchzieht theils die Fortsetzung der oberen Hörner, theils die dorso-laterale Längsbahn. Weiter vorne ist dieser Wurzeltheil (Fig. 16 *a*) viel mächtiger und zieht dann, nachdem er sich unten und lateralwärts von der dorso-lateralen Längsbahn zu einem Bündel gesammelt, eine ganz kurze Strecke nach hinten, um dann in den abtretenden Nerven zu gelangen. Medianwärts findet man oberhalb vom Centralkanal gekreuzte Fasern dieses Wurzeltheiles (Fig. 15, 16), und diese Kommissur würde dann den hintersten Abschnitt der dorsalen Vaguskommissur (Fig. 17; Fig 24, *cv*, *cv'*, *cv''*) bilden. Auch Zellen des mittleren Vaguskernes sind an dieser Stelle bereits vorhanden (Fig. 15, 16, *mk*) und geben Achsencylinderfortsätze in die dorsale Wurzel des Weber'schen Accessorius. Da ich vom Karpfen nur ab und zu gute Golgische Präparate herzustellen vermochte, so bin ich nicht in der Lage, mit Sicherheit anzugeben, ob auch aus dem unteren Vaguskern Fasern in die dorsale Wurzel des Weber'schen Accessorius gelangen; doch in Anbetracht des Umstandes, dass in dem vorderen Ursprungsgebiet sich bereits auch ein äusserer ventrodorsaler Faserstrang (Fig. 16 *avds*) vorfindet, glaube ich nicht im Geringsten daran zu zweifeln.

Hier brauche ich mich weiter nicht auf die Details bezüglich der feineren Ursprungsverhältnisse einzulassen, wie ich es denn auch bei dem Vagusursprung des

Karpfens nur ab und zu thun werde, und es genügt hier, auch auf rein histologischem Gebiete den Nachweis erbracht zu haben, dass die obere Wurzel des Weberschen Accessorius ein sekundär abgetrennter Vagustheil ist. Diese obere Wurzel ist aber mit Nichten als eine rein dorsale zu betrachten, denn als ein Theil des Vagus besitzt sie auch ventrale, motorische Elemente. Es ist desshalb mit Sicherheit anzunehmen, dass der Hypoglossus bei den Fischen überall aus einem Theil des Vagus hervorgegangen ist,

Ich wende mich nun zur Besprechung der topographischen Verhältnisse des Vagusgebietes. Da in seiner Arbeit über das Knochenfischgehirn Mayser[1]) auch der Vagusgegend der Cyprinoiden gedachte, so mögen seine diesbezüglichen Resultate hier mitgetheilt werden. Die hintere Vagusverbindung oder A. v. Haller's Commissura cerebri infima soll nach Mayser zum grössten Theil aus gekreuzten Vagusfasern meist feinen Kalibers bestehen. Der ventrale Theil führt auch gröbere Fasern, die wahrscheinlich von den unter der Comm. infima liegenden grossen Zellen[2]) entstehen und zum motorischen Vagus gehören.“ Die dorso-laterale Längsbahn wird von Mayser, wie dies übrigens auch von Fritsch[3]) und früher auch von mir geschehen ist, als aufsteigende Trigeminuswurzel bezeichnet; diesem gesellt sich dann, als Längsbündel nach innen zu anliegend, die sekundäre Vagusbahn zu. Zu dieser Vagusbahn giebt nun die Kommissur ein Bündel ab. Der bogenförmige Theil der sensibeln Vaguswurzel wird einfach als die Hauptmasse der sensibeln Wurzel vorgeführt, während der eigentliche, sensible oder dorsale Kern als die gelatinöse „Substanz“ bezeichnet wird. Letztere „besteht aus dichtem Grundgewebe mit zahlreichen, eingestreuten Nervenzellen“. Im inneren Dritttheil der gelatinösen Substanz „findet sich eine Anzahl solitärer Bündel feiner Vagusfasern, die sich erst an der Basis zur ersten Schichte (bogenförmiger Wurzeltheil H.) gesellen“. Zwischen unserem mittleren und oberen Vaguskern soll sich die Schichte der sekundären Vagusbahn befinden; von da zieht dieses Bündel vertikal nach unten und schliesst sich, wie es schon oben angegeben ward, der aufsteigenden Trigeminuswurzel als Längsbündel an. Wichtig ist es, dass Mayser unser sensorisches Oblongatagebiet richtig als sensorisches Ursprungsgebiet für den Vagus und den Trigeminus (aufsteigende und geknickte Quintuswurzel) erkannt hat.

Auf die Schichte der sekundären Vagusbahn folgt das motorische Ursprungsgebiet, das unserm mittleren Vaguskern entspricht. Die Zellen dieses von Mayser richtig beschriebenen und abgebildeten Kernes sind nach dem Autor „gross, mittelgross und sehr gross“, wobei letztere ventro-median, also in der Gegend des Centralkanals, beziehungsweise der der Bodenrinne der Rautengrube liegen. Einen unteren motorischen Vaguskern kannte Mayser nicht. Im Uebrigen glaube ich, wäre Mayser durch die richtige Auswahl des Untersuchungsobjektes weiter gekommen.

1) P. Mayser, Vergl. anatomische Studien über das Gehirn der Knochenfische mit besonderer Berücksichtigung der Cyprinoiden. Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. 36. 1881.

2) Mittlerer Vaguskern.

3) G. Fritsch, Untersuchungen über den feineren Bau des Fischgehirns. Berlin 1878.

Es wäre fördernd gewesen, zunächst mit und vor dem Studium an der durch die Koncentration komplicirt gewordenen Cyprinoiden-Oblongata sich über jene anderer Teleostier mit gestrecktem Nachhirn zu orientiren.

Ich will nun die Vagusgegend von Cyprinus nach den eigenen Beobachtungen schildern.

Eine enorme Entfaltung erfahren die dorsalen Vaguskerne der Cyprinoiden und gestalten sich jederseits zu einem mächtigen Lobus. Diese sind unter dem Namen Lobi nervi vagi bekannt; doch ist diese althergebrachte Bezeichnung, da nicht alle drei Vaguskerne an ihrer Bildung Antheil nehmen, unrichtig. Darum würde ich vorschlagen, die Bezeichnung für diese Bildungen zu ändern und sie Lobi nervi vagi sensorii im Gegensatze zu den perlschnurförmig angeordneten Lobi n. vagi motorii der Selachier zu nennen. Diese Lobi sind noch sehr klein bei der Gattung *Leuciscus*, schon grösser bei *Barbus*, und endlich sehr gross bei *Cyprinus* (Figg. 8, 9 *lv*).

Der hinterste Abschnitt der Lobi grenzt dicht an die postvagalen Hügel (Fig. 17), doch werden letztere von ihnen durch je ein Nervenbündel der Vaguswurzel (*a'*) getrennt. Weiter nach vorne geht mit dem Beginn der Rautengrube der postvagale Hügel in den Lobus kontinuirlich über (Fig. 24).

Hinter der Rautengrube (Fig. 17) besteht der sensorische Lobus auf jeder Seite aus einem grauen Kerntheil, dem eigentlichen oberen Vaguskern (*ok*, *ok'*), der von einer Randschicht von Vagusfasern (*s*) nach allen Seiten hin umgeben wird.

Der äussere Theil dieser Faserschichte ist, wie der Vergleich mit der Vagusgegend der Forelle lehrt, nichts Anderes, als der bogenförmige Theil der dorsalen Vaguswurzel (Fig. 17 *a*, Fig. 1 *a*), der von aussen den ganzen Lobus schalenförmig umgreift (Figg. 11, 12, 18 *a*). Diese Wurzel sammelt sich an dem oberen Vaguskern (Figg. 11, 12, 17, 18 *ok*), und man erkennt sehr deutlich, wie sich einzelne Bündel aus letzterem der schalenförmig anliegenden Wurzel beigesellen. Vielfach sieht man aber auch längsgestellte Bündel innerhalb des bogenförmigen Wurzeltheiles. Im hintersten Lobusabschnitte bilden diese Fasern eine kortikale Lage (Figg. 17, 18 *s*), doch fehlen sie in dem vordersten Abschnitt des Lobus, was daher rührt, dass diese von hinten nach vorn ziehenden Fasern zwar überall, zumeist allerdings hinten, aus dem oberen Vaguskern entspringen und so, entsprechend der Oberfläche des Lobus, bogenförmig von hinten nach vorn ziehen, um sich dann nach unten biegend in die peripheren Vagusbündel zu begeben. Der bogenförmige Wurzeltheil bildet aber keine einfache Schichte über dem oberen Vaguskern, sondern gliedert sich in einzelne dicht an einander liegende grosse Bündel (Fig. 24 *a*), welche von einander durch neurogliale Septen getrennt werden. Jener Theil der Wurzel, der dem innern Bündeltheil der dorsalen Vaguswurzel der Forelle (Fig. 1 *c*) entspricht und aus der inneren Hälfte des dorsalen Kernes entspringt, ist bei dem Karpfen nicht überall gleich stark. Ganz hinten im Lobus sind es die aus den vorderen Enden des postvagalen Hügels entspringenden Vagusfasern, welche sich dem inneren Wurzeltheile beigesellen und, mit diesem sich vermengend, in die hinteren peripheren Vagushügel sich begeben

(Fig. 17 *a*). Zwischen diesen Fasern aus dem postvagalen Hügel giebt es auch viele sensorische Kreuzungsfasern, die im Verein mit Netz- und Achsencylinderfortsätzen (Fig. 2) aus dem mittleren Vaguskern, die hintere dorsale Vaguskommissur bilden. Es handelt sich aber hier um keine kompakte Kommissur, sondern um ein diffuses Fasersystem (Fig. 17), das sich nur oberhalb des mittleren Vaguskernes (*mk*) etwas dichter gestaltet (*f'*); dieser dichtere Theil gehört aber schon diesen Kernen an. An horizontalen Längsschnitten lässt es sich feststellen (Fig. 24), dass der sensorische Theil der Kommissur aus drei von einander nicht deutlich geschiedenen, hinter einander gelegenen Theilen besteht. Der hinterste Abschnitt zieht gerade vor dem vorderen Ende der die beiden postvagalen Hügel von einander trennenden Rinne aus dem einen Hügel (*hg'*) in den andern. Es sind dies (*ev''*) jene bereits beschriebenen Kreuzungsfasern, die den oberen Wurzeln des Weber'schen Accessorius angehören. Eine mittlere Partie von Kreuzungsfasern zieht aus dem einen postvagalen Hügel in die hintersten Bündel des bogenförmigen Vaguswurzeltheiles (*cv'*). Der vorderste Theil der Kommissur (*cv*) endlich begiebt sich aus dem einen oberen Vaguskern in den anderen.

Etwas weiter nach vorn (Fig. 18), dort wo der Lobus auch nach innen zu eine rundliche Form besitzt, fehlt die obere Hälfte des inneren dorsalen Wurzeltheiles; die untere (*a'*) ist überall vorhanden. Weiter nach vorn in der Gegend, in der die Rautengrube eine grössere Weite besitzt (Fig. 11) und der obere Vaguskern in Form eines breiten Wulstes in dieselbe vorspringt (*ok*), erkennt man ein starkes Bündel (*a''*), das sich aus der inneren Seite des oberen Kernes sammelnd, zwischen dem oberen (*ok*) und dem mittleren Vaguskern (*mk*) senkrecht nach unten zieht. Unten kreuzt es die Wurzel aus dem mittleren Vaguskern (*g*) und wird, indem es sich von innen der dorso-lateralen Längsbahn fest anschliesst, zum Längsbündel (*d*). Dieses Bündel bezeichnet Mayser als sekundäre Vagusbahn, und er hat darin insofern Recht, als diese Fasern erst sekundär bei den Cyprinoiden sich aus ihrer früheren Lage von anderen Bündeln getrennt haben. Es handelt sich thatsächlich in diesem Längsbündel um Längsbahnen, die aus im Gehirne gelegenen Centren — so u. a. aus dem Hinterhirn — kommend sich in dem oberen Vaguskern auflösen. Diese Bahnen liegen als Einzelfasern, wie weiter oben gezeigt wurde, bei der Forelle zerstreut innerhalb des dorso-lateralen Längsstranges. Ich möchte darum dieses Bündel nicht als sekundäre Vaguswurzel, sondern als die absteigende Vagusbahn bezeichnen (Fig. 14 *d*). Sie zerfällt in der Gegend des Trigeminus in zwei Bündel, von denen sich das eine weiter hinten der dorso-lateralen Längsbahn (*rd*) fest anschliessend nach hinten zieht und dann in der angegebenen Weise sich abtrennend in den oberen Vaguskern gelangt (Fig. 11 *a''*). Ihr anderes Bündel zieht sofort nach oben und gelangt am obern vorderen Ende des Lobus n. vagi sens. als zartes Bündel (Fig. 12 *a'''*) in den oberen Vaguskern (*ok*) und in den kleinen, sekundären vom oberen abgetrennten sensorischen Glossopharyngeus-Kern (*ok''*). Den Verlauf der absteigenden Vagusbahn habe ich auf Fig. 8 mit Roth eingezeichnet. Ich betrachte seinen Ursprung ausser aus dem Kleinhirn aus anderen Hirntheilen zur Zeit als eine offene Frage.

Der mittlere Vaguskern besitzt überall die Form des Lobus und ist somit hinten oval mit von oben und innen nach aussen und unten gestellter Längsachse des Ovoids (Fig. 17), wird dann etwas weiter nach vorn rundlicher (Fig. 18), dann annähernd halbmondförmig nach innen zu gebogen (Fig. 11) und bildet hier mit seinem inneren Ende einen wulstförmigen Vorsprung in die Rautengrube. An seinem vorderen Ende besitzt er zwar gleichfalls eine nach innen zu gebogene halbmondförmige Form, doch ist hier die Biegung nicht mehr so gross (Fig. 12). Aus all dem geht hervor, dass der Lobus nur von aussen wirklich seinem Namen entspricht.

An dem vorderen Ende des oberen Vaguskernes gliedert sich aus demselben ein zwischen ihm und dem Lobus impar (Fig. 12 *li*) gelegener Nebenkern (*ok''*) ab, der mit dem Hauptkern aber kontinuirlich zusammenhängt. Auf diese Weise kommt es jederseits bei *Cyprinus carpio* zu einem sekundären, äusserlich schwer erkennbaren sensorischen Lobus, dem Lobus n. glossopharyngei sensorius. Die beiden Lobi werden von oben von einem Gewebe zusammengehalten (*o*), das absolut nichts Nervöses in sich führt und ausschliesslich aus einem zelligen Glianetz besteht (Fig. 25) und welches nur von Gefässen und wandlosen Lymphräumen durchzogen wird.

Der Bau des oberen Vaguskernes sowie des oberen Glossopharyngeus-Kernes entspricht ganz und gar jenen der bisher behandelten Fische, und ich finde weder grössere Ganglienzellen noch eine grössere Zahl von Ganglienzellen dort.

Durch die grosse Koncentration des oberen Vaguskernes wurde die dorsolaterale Längsbahn aus ihrer Lage gebracht und lagert nun statt in dem oberen Vaguskerne, wie bei den Fischen mit gestreckter Oblongata, unter demselben. Fremdartig dabei ist bloss das Verhalten, dass, während diese Bahn bei der Forelle z. B. oberhalb der Vaguswurzel lagert, sie bei den Cyprinoiden unterhalb derselben zu liegen kommt. Von der dorsalen Vaguswurzel liegt allerdings der bogenförmige Theil auch bei den Teleostiern mit gestreckter Oblongata über der dorso-lateralen Längsbahn, und der mittlere Vagustheil durchsetzt ihn vielfach. Die vollständige Ueberlagerung durch die dorsale Wurzel würde somit der Erklärung keine Schwierigkeiten entgegenbringen, und bloss die Ueberlagerung durch die ventrale Wurzel bedarf einer näheren Erörterung. Meiner Ansicht nach kann dies nur durch die Annahme erklärt werden, dass ein Theil der dorso-lateralen Längsbahn in Form eingestreuter Längsfasern bei sehr alten Vertretern der Teleostier auch die ventrale Vaguswurzel durchsetzt und in dieser Form etwas auch unter dieselbe gelangt. Bei einem Theil der Knochenfische würde sich nun bloss der obere Theil dieser Bahn (*Salmo*, *Esox* etc.) und bei einem anderen nur der untere erhalten haben (Cyprinoiden). Thatsächlich bietet die Oblongata von *Orthagoriscus* in ihrem hinteren Abschnitt[1]), wo der Postvagalnerv (*un. Vag.*), aber auch schon die hintersten Vaguswurzeln abgehen[2]), Anhaltspunkte für

1) l. c. Fig. 20.

2) Die Oblongata ist auch bei *Orthagoriscus* nach einer anderen Richtung hin sehr koncentrirt, und so ist unter andern auch der Postvagalnerv nach vorn gedrängt worden. Wegen dieser Koncentration lassen sich die Verhältnisse in der vordern Vagusgegend nur mit grosser Vorsicht zum Vergleiche heranziehen, da dort bereits sonst

ein solch vorausgesetztes ursprüngliches Verhalten dar. Dort ist nämlich in kompakter Form noch keine dorso-laterale Längsbahn vorhanden, und es wäre darum möglich, dass ihre Elemente in der oben angegebenen Weise angeordnet sind.

Der mittlere Vaguskern wird durch die Koncentration innerhalb der Oblongata naturgemäss auch beeinflusst, was sich sowohl in seiner grossen Gedrängtheit, als auch in der Anordnung der Ganglienzellen ausspricht. Auch das Vorkommen sehr grosser Ganglienzellen in dem unteren Abschnitte des mittleren Vaguskernes, deren bereits Mayser gedachte, ist auch auf eine Koncentration zu beziehen. Solche grosse Ganglienzellen kommen, wie ich nachgewiesen habe[1]), auch in dem oberen Abschnitte der Vorderhörner des Rückenmarkes vor, also in derselben Gegend, aus der sich der mittlere Vaguskern differenzirt hat; sie haben sich auch dort in Folge einer gewissen Koncentration im Rückenmark, bedingt durch die Ausbildung eines gedrungenen kurzen Körpers bei *Cyprinus*, so mächtig entfaltet.

Wie wir es schon gesehen haben, beginnt der mittlere Vaguskern schon in der Gegend der oberen Wurzel des Weber'schen Accessorius, wo er ja motorische Fasern in jenen Nerven abgiebt. Hier (Figg. 15, 16, 17), wie auch noch weiter nach vorne (Fig. 18), besteht jedoch dieser Kern bloss aus einzelnen Zellen, deren Zahl höchstens zehn beträgt. Diese wenigen Zellen lagern oberhalb und etwas lateralwärts vom Centralkanal (Fig. 18) und sind durch ihre Grösse ausgezeichnet. Nachdem der Centralkanal als solcher aufgehört hat (Fig. 11), entfaltet sich der mittlere Vaguskern in seiner ganzen Mächtigkeit. Er hat hier eine etwas schalenförmige Gestalt auf dem Querschnitte, und die Zellgruppe wird nach innen und oben zu gänzlich von einem grauen Gewebe umschlossen. Nach innen, der Rautengrube zu, folgt auf dieses Gewebe ein äusserst heller, sonst aber mit Karmin sich gut tingirender breiter Saum (*o*), der an das Ependym der Rautengrube anstösst. Dieser breite Saum findet sich auch am Ende der Rautengrube (Fig. 18) vor, wo der Centralkanal noch vorhanden ist, und wo der mittlere Vaguskern in seiner ganzen Mächtigkeit noch nicht auftritt. In der Rautengrube reicht er bis weit nach oben sogar bis auf den wulstförmigen Vorsprung des mittleren Vaguskernes, doch wird dieser an seiner Kante von dem Saum nicht mehr überzogen (Fig. 11). Weiter nach vorn setzt sich dieses Gewebe zwischen dem Vagus- und Glossopharyngeuskern fort (*o*), wo es dann nach vorn zu allmählich aufhört. Geweblich besteht es nur aus rein neuroglialen Massen, wie ich dieses weiter oben beschrieben habe. Somit zieht sich der mittlere Vaguskern bei *Cyprinus* von der Rautengrube etwas nach aussen zu zurück, und mit diesem Process beschränkt sich auch sein feines Nervennetz auf jenes graue Gewebe, das den Kern allseitig umgiebt.

An dem mittleren Vaguskern lassen sich zwei Abschnitte unterscheiden; der eine derselben ist die Fortsetzung jenes grosszelligen hintersten Theiles, der oberhalb des Centralkanales allein den mittleren Vaguskern bildet (Fig. 18). Er zeichnet sich

---

sehr weit vor der Vagusgegend liegende Theile dadurch, dass die Vagusgegend nach vorn gedrängt wird, in die Vagusgegend gerathen.

1) Morphol. Jahrb. Bd. 23.

dem übrigen Vaguskern gegenüber durch seine grossen Zellen aus und liegt stets zu unterst im mittleren Vaguskern (Fig. 11 *mk''*). Stellenweise findet man in dieser Zellgruppe einzelne auffallend grosse Zellen (Fig. 11). Der übrige Theil des mittleren Vaguskernes (Fig. 11 *mk'*) wird von kleinen, ziemlich gleichmässig grossen Zellen gebildet. Das motorische mittlere Vagusbündel (Fig. 11 *g*) konstruirt sich hauptsächlich aus den Fortsätzen jenes oberen Kernabschnittes, denen sich freilich auch viele Achsencylinder aus dem unteren grosszelligen Abschnitt beigesellen. Jene Fasern, die aus dem mittleren Vaguskern in die ventrale Oblongatahälfte gelangen, sind stets Fortsätze von Ganglienzellen aus dem grosszelligen kleineren Abschnitt des mittleren Vaguskernes.

Bezüglich des unteren Vaguskernes und der ventralen Hälfte der Oblongata hätte ich dem bei *Salmo* Gesagten nichts beizufügen, besonders da ich es bereits erwähnt habe, dass ein Theil der absteigenden Längsfasern sich jederseits in der Form von einem Längsbündel aus der Oblongata abgetrennt hat. Zu bemerken wäre höchstens, dass die äussere laterale Längsbahn viel diffuser ist und von einer unteren diffusen Längsbündelgruppe, die zum Theil die ventro-laterale Längsbahn vorstellt (Fig. 11), sich nicht abgrenzt.

Nöthig ist es, hier des Glossopharyngeus-Ursprunges zu gedenken, dessen ich bei *Salmo* nicht weiter Erwähnung that. Der Glossopharyngeus ist ein stets vor dem Vagus und in gleicher Höhe mit diesem aus der Oblongata abgehender Nerv (Figg. 5, 6, 8, 10, 26 *gp*), der auch durch seinen äusseren Abgang als ein der Vagusgruppe angehörender Nerv sich zu erkennen giebt. Auch was seinen Ursprung anbelangt, so ist er als ein Abkömmling der Vagusgruppe zu betrachten. Wenngleich ich durch die Golgi'sche Methode meine Beobachtungen noch nicht in der gewünschten Weise ergänzt habe, so habe ich doch so viel auch bei den Knochenfischen mit gestreckter Oblongata ermitteln können, dass er gleich dem Vagus aus dem sensorischen Oblongatagebiet und zwar aus dem vor dem oberen Vaguskern gelegenen Theil desselben (Fig. 26 *gp*) eine dorsale Wurzel bezieht. Bei *Lota vulgaris*, wo der obere Vaguskern sich in mehrere in die Rautengrube vorspringende Lobi gliedert, wird auch der dorsale Glossopharyngeus-Kern zu einem Lobus (Fig. 6), der vor dem ersten Vaguslobus und hinter dem Kleinhirnschenkel in der Rautengrube liegt. Ausser dem oberen oder sensorischen Kern besitzt der Glossopharyngeus auch noch einen mittleren Kern, und nur darüber konnte ich in Ermangelung von Golgi'schen Präparaten mir nicht Sicherheit verschaffen, ob auch ein unterer Glossopharyngeus-Kern gleich dem unteren Vaguskern als Fortsetzung der Unterhörner besteht. Doch bin ich heute der Ansicht, dass ein solcher vorhanden ist, wenigstens sprechen meine Beobachtungen an Tinktionspräparaten dafür.

Der mittlere Glossopharyngeus-Kern ist als das vordere innere Ende des mittleren Vaguskernes zu betrachten. Er besteht aus ziemlich grossen, doch nur wenigen Ganglienzellen (Fig. 12 *gp*). Die Achsencylinderfortsätze dieser Zellen gelangen zum Theil nach unten und gruppiren sich bei *Cyprinus carpio* unterhalb der dorsalen Längsbahn zu Längsbündeln (*gp'*). Diese, denen noch im Bereiche des Vagusgebietes dorsale Wurzelfasern aus den Lobi n. glossoph. sensorii (Fig 12 *ok''*) sich bei-

gesellen, ziehen weiter nach vorne, wo sie dann vor diesem Ganglion und hinter dem Acusticus (Fig. 8 *ac*) in den einheitlichen Glossopharyngeus-Stamm gelangen. Soweit ist auch nach meinen Untersuchungen der Glossopharyngeus, wie das nach den Darstellungen und Auseinandersetzungen Gegenbaur's kaum zweifelhaft war, als zur Vagusgruppe gehörig zu betrachten. Hierfür spricht sowohl der motorische mittlere Kern als auch der aus dem sensorischen Vaguslobus sowohl bei den Cyprinoiden als auch bei *Lota* abgeschnürte sekundäre Lobus der Lobus nervi glossopharyngei sensorius. Freilich ist der Glossopharyngeus weder als dorsale noch als ventrale, sondern als gemischte Wurzel zu betrachten.

Ich möchte hier den Glossopharyngeus nicht verlassen, ohne eines Ganglienzellenpaares von riesiger Dimension zu gedenken. Diese Zellen habe ich sonderbarer Weise bei kleinen Exemplaren von *Cyprinus carpio* auf mehreren Präparaten soweit schwärzen können, dass ich dieselben auf Fig. 12 eintragen konnte. Sie lassen sich auch an Karminpräparaten mit ihren Achsencylinderfortsätzen gut verfolgen, und nur die Netzfortsätze sind auf diese Weise schwer und undeutlich zu erkennen. Diese grossen Zellen, die auch bei *Salmo* und *Esox* vorkommen, liegen etwas entfernt und nach innen zu von dem mittlern Glossopharyngeus-Kern, oberhalb und etwas nach innen von der inneren lateralen Längsbahn (Fig. 15 *ill*). Sie liegen in der gleichen Höhe mit der vorderen ventralen Oblongata-Kommissur (*pk*), wie ich einstweilen diese aus den Vorderstranggrundbündeln kommende Querfaserung nennen möchte. Sie besitzen ventralwärts mehrere Netzfortsätze, die theils in der Gegend des unteren Glossopharyngeus-Kernes, oder der Zellgruppe, die als Fortsetzung des unteren Vaguskernes zu betrachten ist, sich verästeln, theils sich zwischen der inneren lateralen Längsbahn verzweigen. An ihrer oberen Seite besitzt jede dieser birnförmigen Zellen zwei mächtige Achsencylinderfortsätze, von denen der äussere in das Bündel des Glossopharyngeus derselben Seite gelangt. Der innere Achsencylinderfortsatz durchkreuzt oberhalb der Vorderstrangbündel und unterhalb des Aquaeductus Sylvii die Raphe und gelangt dann unterhalb der anderseitigen Zelle lateralwärts in das Glossopharyngeus-Bündel. In diesen Zellen hätten wir somit einen Fall vor uns, wo eine Ganglienzelle seinen Achsencylinder sowohl auf die gleichseitige als auch auf die anderseitige Hirnhälfte entsendet.

Hier ist es wohl am Orte, zu untersuchen, inwiefern die obengeschilderten Ursprungsverhältnisse der Vagusgruppe der Fische mit jenen der übrigen Wirbelthiere übereinstimmen. Es soll darum versucht werden, dies an der Hand der vorhandenen Litteraturangaben festzustellen. Was die Amphibien und die Reptilien betrifft, so sind wir über die Ursprungsverhältnisse des Vagus beziehungsweise der Vagusgruppe

zur Zeit nur sehr unvollkommen unterrichtet, doch geht speziell für die *Batrachier*[1]) so viel mit Sicherheit hervor, dass bei ihnen ein oberer, mittlerer und unterer Vaguskern bestehen. Der mittlere Vaguskern hat sich sehr weit von der Rautengrube entfernt und dehnt sich dabei sehr weit nach oben zu aus, doch ist darum durchaus kein Grund vorhanden, mit STIEDA anzunehmen[2]), dass sein oberer Theil dem Bezirk der Oberhörner angehören würde. Einer solchen Annahme würden die Verhältnisse bei den Fischen entschieden widersprechen. Wie weit die dorso-lateralen Längsbahnen, die STIEDA als die Längsbündel des Vagus bezeichnet, an der Bereicherung der peripheren Vagusfasern Antheil haben, lässt sich nur aus dem Verhalten bei den Fischen schliessen.

Der Grad einer Verschiebung der einzelnen Vaguscentren, beziehungsweise Verschmelzung mit dem neu aus dem Halsmarke gesonderten Centren des N. accessorius Willisii, lässt sich in Ermangelung eingehender Detailangaben für die niedersten Amnioten nicht bestimmen; so viel ist aber wahrscheinlich, dass, da das Centrum des bei den Amnioten zur vollen Differenzirung gelangten Hypoglossus aller Wahrscheinlichkeit nach aus dem Vaguscentrum erfolgt ist, seine Zusammenhörigkeit mit ersterem in den Centraltheilen sich noch zu erkennen geben muss. Der N. accessorius Willisii ist aber eine neu aus Spinalnerven entstandene Nervengruppe, und darum muss die Einreihung seiner Centren an die Vagus-Hypoglossus-Centren als eine sekundäre Erscheinung aufgefasst werden. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, sind die Ursprungsverhältnisse aus der Vagusgruppe bei den Vögeln um so mehr verständlich, als durch die sorgfältige Studie BRANDIS'[3]) wir heute über einzelne Details, wenn auch nicht erschöpfend, so doch bedeutend besser unterrichtet sind, als über die gleichen Verhältnisse der Saurier. Dieser Forscher unterscheidet drei verschiedene Gebiete, aus denen sich der Vagus konstruirt. Diese sind erstens der BRANDIS'sche dorsale Kern, der mit dem mittleren Vaguskern der Fische homodynam ist, dann der ventrale Kern, der dem unteren Vaguskern der Fische entspricht, und endlich sind es Fasern, welche aus der Raphe in den Vagusstamm biegen. Niemals konnte jedoch BRANDIS unter den Fasern aus der Raphe solche finden, die aus dem mittleren oder unteren Vaguskern der einen Seitenhälfte auf die andere sich begeben hätten. Obgleich jener Kern, welcher als die Fortsetzung dorsaler Rückenmarkstheile dem oberen Vaguskern der Fische entspricht und die dorso-laterale Längsbahn oder den Funiculus solitarius autorum in sich führt, bei den Vögeln vorzüglich in seiner Ursprünglichkeit erhalten ist und von BRANDIS auch abgebildet wurde (Taf. XXXV Fig. 7 oben), beschreibt dieser Forscher keinen Ursprung von Vagusfasern aus demselben. Auch aus der dorso-lateralen Längsbahn sollen keine Fasern in den Vagus gelangen, obgleich sich solche nach ihm in den Glossopharyngeus begeben. Doch bildet BRANDIS ein

1) Sehr wichtig wäre bei den Amphibien, wozu sich hauptsächlich der Axolotl eignen würde, zu erfahren, welche Centren, beziehungsweise Theile von Centren, nach dem Kiemenverlust sich rückbilden.

2) L. STIEDA, Studien über das centrale Nervensystem der Wirbelthiere. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 20. 1870. (Auch separat erschienen.)

3) E. BRANDIS, Untersuchungen über das Gehirn der Vögel. II. Th. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 41. 1893.

Präparat ab, auf dem in den gemeinsamen Vagus-Hypoglossus-Stamm Fasern aus den Solitärbündeln gelangen (Fig. 7).

Der Vagusursprung der Orniden entspricht, wenn wir von einigen durch die komplicirten Verhältnisse bedingten irrigen Auffassungen Brandis' abstrahiren wollen, vollständig jenem der Fische und zukünftige, mit der Golgi'schen Methode ausgeführte vervollständigende Untersuchungen werden auch bezüglich der feineren Details gleiche Verhältnisse erkennen lassen.

Ist schon bereits bei den Vögeln durch die Koncentration der Oblongata eine gewisse Maskirung der ursprünglichen Verhältnisse eingetreten, so erschwert die weitergehende Koncentration die genaue Eruirung der Vagusverhältnisse bei den Säugethieren noch mehr. Darum traten statt direkter histologischer Beobachtung vielfach das experimentelle Vorgehen und die klinische Beobachtung resp. der pathologische Befund vikarirend ein. Man unterscheidet hier einen sensorischen kleinzelligen und einen motorischen grosszelligen Vaguskern. Der sensorische Kern, von v. Kölliker[1]) auch als Endkern des Vagus bezeichnet, entspricht meinem oberen Vaguskern der Fische, Amphibien und der Sauropsiden. Allerdings ist bei den Säugern eine gewisse Lageveränderung eingetreten, doch nicht in dem Maasse, dass sie bei dem Vergleiche störend sein könnte. Da in diesem Kern die Fasern indirekten Ursprung besitzen (aber gewiss nicht alle, H.), so ist nach der heutigen irrigen Auffassung der Ausdruck Endkern (v. Kölliker) wohl zu entschuldigen. Es giebt aber in diesem Kern auch kleine Ganglienzellen, aus denen nach v. Kölliker Verbindungsfasern mit anderen Hirntheilen entspringen sollen.

Der Nucleus ambiguus ist als ein abgetrennter, dem Vagus und dem Glossopharyngeus zum Ursprung dienender Theil des gemeinsamen mittleren (ventralen Aut.) Vago-glossopharyngeus-hypoglossus-Kern der Vögel zu betrachten. v. Kölliker nennt diesen Kern den motorischen Vago-glossopharyngeus-Kern, doch entspricht dieser Kern trotz seiner nach lateralwärts verschobenen Lage einem Theil des mittleren Vaguskerns der Fische, Amphibien und Sauropsiden; allerdings nur einem Theil, denn der andere Theil, der nur dem Hypoglossus zum Ursprung dient und als Hypoglossus-Kern bekannt ist, hat seine ursprüngliche Lage unterhalb der Rautengrubenfläche auch bei den Säugern beibehalten. Dass der Accessorius mit dem Nucleus ambiguus in Beziehung steht, dies lässt sich von dem oben bei Betrachtung der Vagusverhältnisse der Vögel ausgesprochenen Standpunkte aus beurtheilen. Aus dem Nucleus ambiguus gehen nicht nur Fasern zu dem gleichseitigen Vagus, sondern auch, was hauptsächlich Obersteiner[2]) vertritt, zu dem anderseitigen Vagus, beziehungsweise Glossopharyngeus.

Ein dem unteren Vaguskern der übrigen Vertebraten entsprechender Kern wurde bei den Säugern bis zur Zeit nicht beschrieben.

Der Vagus erhält noch Fasern aus dem Fasciculus solitarius, der sowohl nach

1) A. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre der Menschen. 5. Aufl. Bd. 2. 1. Hälfte. 1893.
2) E. Obersteiner, Nervöse Centralorgane. Leipzig 1892. 2. Aufl.

Meynert als auch nach Gierke[1]) eine Strasse darstellt, in der aus verschiedenen Theilen entsprungene Fasern sich vereinigen, um dann nach gemeinsamem Verlauf an ihre Bestimmungsorte zu gelangen. Obersteiner und Clarke sehen mit Recht im Solitärbündel eine mit dem Rückenmarke korrespondirende Bahn, und Cramer[2]) hat thatsächlich nachgewiesen, dass das Solitärbündel aus dem Hinterhorne stammt, dabei aber auch Fasern aus dem Funiculus cuneatus erhält. Es wären dann diese Verhältnisse gut mit jenen der dorso-lateralen Längsbahn der Fische in Einklang zu bringen. Immerhin liesse sich die völlige Gleichstellung dieser beiden Bündel heute nicht mit Sicherheit durchführen, da es wenigstens für die Säugethiere möglich wäre, dass aus der ursprünglich dorso-lateralen Längsbahn der Solitärbündel durch Abspaltung einzelner Theile hervorgegangen ist. Wichtig ist die Entdeckung v. Kölliker's, die mit den von mir beschriebenen Verhältnissen in der dorso-lateralen Längsbahn der Fische gut harmonirt, dass aus dem Solitärbündel „Bogenfasern abgehen, die als selbstständige Bildungen den Schleifenfasern sich beimengen, welche aus der Gegend des Funiculus gracilis abstammen und mit denselben in die Raphe mit gleichen Bündeln der anderen Seite sich kreuzend auf die andere Seite übertreten".

Ausserdem nimmt Edinger[3]) an, dass der Vagus eine Wurzel aus dem Kleinhirn erhält, welche direkt eine sensorische Kleinhirnbahn ist.

Wenn nun auch die Ursprungsverhältnisse der Vagusgruppe bei den Amnioten noch nicht erschöpfend genug durchgearbeitet sind, so ergänzen sich die Befunde bei den Säugern und den Vögeln immerhin erfreulicher Weise genug und lassen sich gut in Einklang bringen mit meinen hier mitgetheilten Befunden bei den Fischen.

Heidelberg, im November 1895.

---

1) H. Gierke in Pflüger's Archiv, Bd. VIII, citirt nach Cramer.

2) A. Cramer, Beiträge zur feineren Anatomie der Medulla oblongata und der Brücke. Jena 1894.

3) L. Edinger, Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane des Menschen und der Thiere. Leipzig 1893. 4. Aufl.

Tafel-Erklärung.

Allgemeine Bezeichnungen.

rd dorso-laterale Längsbahn.
all äussere Lateralbahn.
ill innere Lateralbahn.
vll ventrale Längsbahn.
fp Fasciculus longitudinalis posterior s. Vorderstranggrundbündel (Fritsch) s. Haube (Rohon).
mf Mauthner'sche Faser.
rpf Raphe.
ivds innerer ventro-dorsaler Querstrang.
avds äusserer ventro-dorsaler Querstrang.
si Sulcus longitudinalis inferior.
n ventro-mediane Zellgruppe.
m ventro-laterale Zellgruppe.
pg laterale graue Substanz.
vqf periphere bogenförmige Querfaserung.
mz motorische Zellgruppe.
ok oberer Vaguskern.
mk mittlerer Vaguskern.
Vg Nervus vagus.
Vgg Vagusganglion.
a, c obere Vaguswurzeln.
d untere Vaguswurzel.

Tafel I.

Fig. 1. *Salmo fario* L. Querschnitt über die Medulla oblongata beim Abgange des vorderen Vagusbündels. Vergr. $^2/_4$. Reichert.

Fig. 2. *Leuciscus rutilus*, L., Querschnitt hinter der Medulla oblongata, Ganglienzellen aus der oberen Vaguskommissur darstellend. Golgi'sches Präparat. Vergr. $^3/_4$. R.

Fig. 3. *Esox lucius*, L. Querschnitt aus dem mittleren Vaguskern. *ep* Ependymzellen, *nz* Neurogliazellen, *nn* feines Nervennetz; *gz* Ganglienzellen. Vergr. $^3/_{11}$ imm. R.

Fig. 4. *Cyprinus carpio*, L. *rd* Ramus dorsalis des Facialis, *d* dorsaler Ast aus der Vereinigung eines dorsalen Vagusastes und eines Astes des Wagner'schen Accessorius hervorgegangen, *w* Wagner'scher Accessorius, *a* dessen Hypoglossusast, *b* dessen Verbindungsast, *1* erster, *2* zweiter Spinalnerv, *bf* Brustflosse.

Fig. 5. *Salmo irideus.* Das Gehirn von der linken Seite. *op* N. opticus, *ep* Epiphyse, *hy* Hypophyse, *abd* N. abduc., *trg* N. trigem., *gp* N. glossopharyng., *vg* N. vagus, *l* dessen Ramus lateralis, *ri* dessen Ramus intestinalis; *rhy* dessen Ramus hypoglossus, *1*, *2* erster und zweiter Spinalnerv, *m* aus deren Vereinigung entstandener Nerv für die Brustflosse. $^2/_1$ nat. Gr.

Fig. 6. *Lota vulgaris*, Cuv. Das verlängerte Mark nach Abtrennung des Hinterhirns. $^3/_1$ nat. Gr.

Fig. 7. *Cyp. carp.* Eine Ganglienzelle aus der vordersten Vagusregion, welche zahlreiche feinere Netzfortsätze quer durch den Vorderstranggrundbündel auf die andere Rückenmarkshälfte sendet. Aus einem Golgi'schen Präparate. Vergr. $^2/_4$. R.

Tafel II.

Fig. 8. *Cyprinus carp.* Das Gehirn von rechts. } $1^1/_2$ nat. Gr.
Fig. 9. *Cyprinus carp.* Das Gehirn von unten. }

Op N. opticus, *tr* N. trochlearis, *trg* N. trigeminus, *trg. g* Trigeminusganglion, *om* N. oculi mot, *ac* N. acusticus, *gp* N. glossopharyngeus, *fa* N. facialis, *rd* dessen dorsaler Ast, *lv* Lobus nervi vagi sensorius, *l. i* Lobus impar, *vg* N. vagus; *W* Weber'scher Accessorius, *1*, *2* erstes und zweites Spinalganglion.

Fig. 10. *Anguilla vulg.* Das Gehirn von der linken Seite. Bezeichnungen wie bisher.

Fig. 11. *Cyprinus carp.* Querschnitt aus der Mitte der Medulla oblongata.

Fig. 12. *Cyprinus carp.* Querschnitt aus dem vorderen Theil der Medulla oblongata, durch den Lobus impar *l. i.* Auf beiden dieser zwei Figuren sind die geschwärzten Zellen aus Golgi'schen Präparaten eingezeichnet worden.

Tafel III.

Fig. 13. *Salmo far.* Querschnitt hinter der Rautengrube. *l* Bündel aus dem Lateralstrang (*ls*, das sich in den Vagus begiebt, *z* Zelle zum mittleren Vaguskern gehörig. Vergr. $^2/_4$. REICHERT.

Fig. 14. *Salmo far.* Querschnitt vor dem auf Figur 13. Vergr. w. z.

Fig. 15. *Cyprinus carp.* Querschnitt hinter der Medulla oblongata.

Fig. 16. Ebensolcher etwas vor dem Ersteren.

Fig. 17. *Cyprinus carp.* Querschnitt aus dem hintersten Theil der Medulla oblongata.

Fig. 18. *Cyprinus carp.* Querschnitt weiter vor dem vorhergehenden Querschnitt auf Figur 17.

Fig. 19. *Salmo far.* Querschnitt durch den Vagusursprung. Nach neun GOLGI'schen Präparaten zusammengestellt. Vergr. $^3/_4$. R.

Fig. 20. *Salmo far.* Dasselbe wie zuvor. Nach elf GOLGI'schen Präparaten zusammengestellt.

Fig. 21. *Barbus fluviatilis*, CUV. Eine Zelle aus dem mittleren Vaguskern.

Fig. 22. *Esox lucius.* Eine Ganglienzelle aus dem mittleren Vaguskern. Vergr. $^3/_4$. R.

Fig. 23. *Barbus fluviatilis.* Längsschnitt durch das mittlere Vagusganglion. *Vm* centrales, *Vg* peripheres Ende. *d* dorsale, *v* ventrale Seite.

Tafel IV.

Fig. 24. *Cyprinus carp.* Horizontalschnitt aus der hintersten Hälfte der Oblongata. *cv* vordere, *cv'* mittlere, *cv''* hintere Portion der hinteren Vaguskommissur. Vergr. $^2/_4$. R.

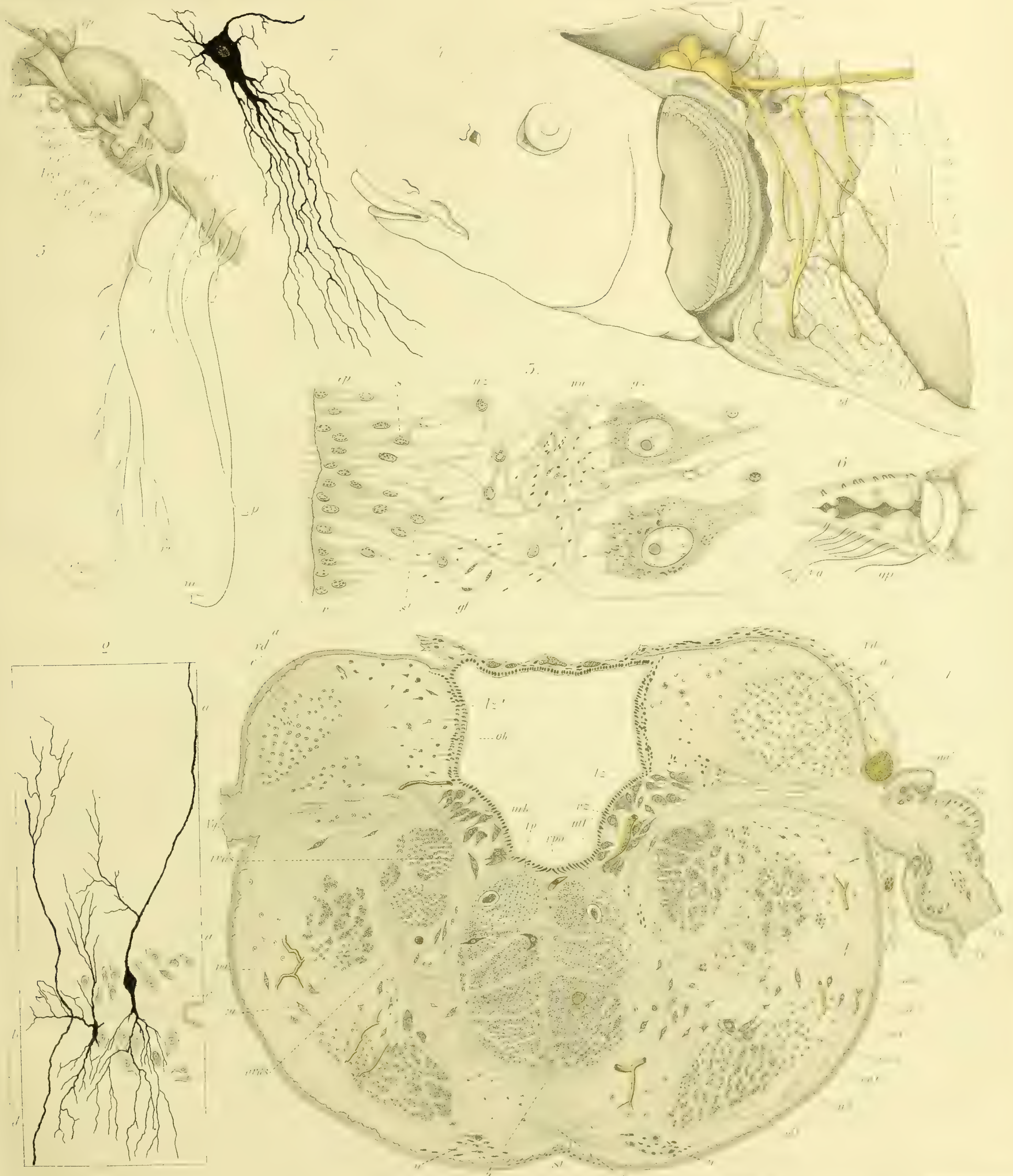
Fig. 25. *Cyprinus carp.* Schnitt aus dem den Lobus n. vagi sens. mit dem Lobus n. glossopharyngei sensorius verbindendem Stück. Neurogliales Netz. Vergr. $^3/_{11}$ imm. REICHERT.

Fig. 26. *Anguilla vulgaris.* Horizontalschnitt aus der rechtsseitigen Hälfte der Medulla oblongata in der Höhe des oberen Vaguskernes. *gp* Glossopharyngeus, *ac* Acusticus, *tr* Trigeminus, *rdcb* Ramus descendens aus dem Hinterhirn, *v* sensorischer Vagusbezirk. V. w. z.

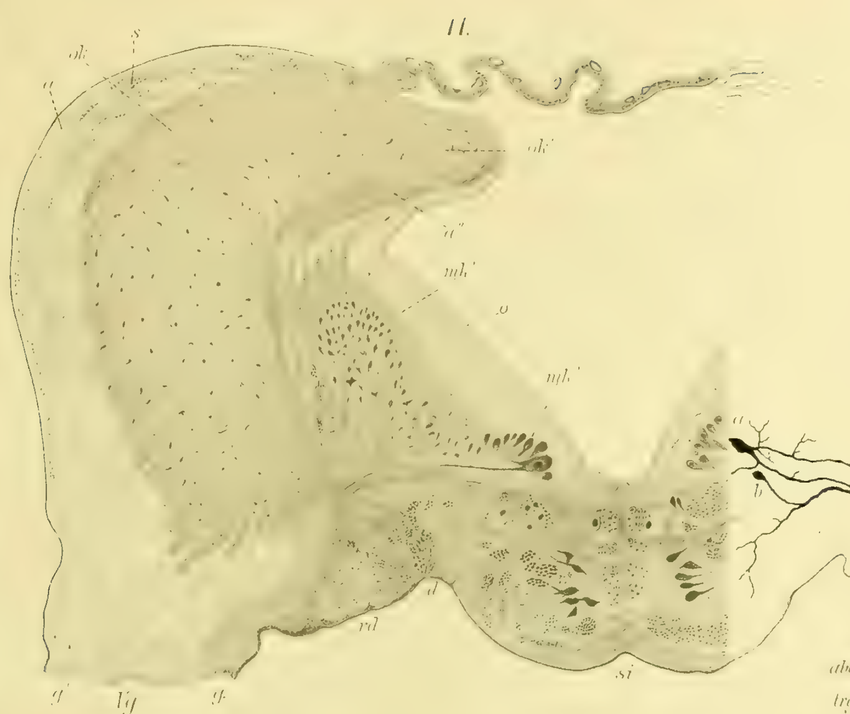
Fig. 27. *Salmo far.* Horizontalschnitt durch die Medulla oblongata in der Höhe des mittleren Vaguskernes. *fr* Fossa rhomb., *r. asc. V* aufsteigende Trigeminuswurzel, *w* Wurzelbündel aus der inneren Lateralbahn in den Vagus, *cv* hintere Vaguskommissur, π Ursprung eines Achsencylinders in die aufsteigende Trigeminuswurzel. Vorliegende Abbildung wurde nach einem Karminpräparat entworfen und einzelne Faserzüge nach einem WEIGERT'schen Präparat eingetragen. Vergr. $^2/_2$. R.

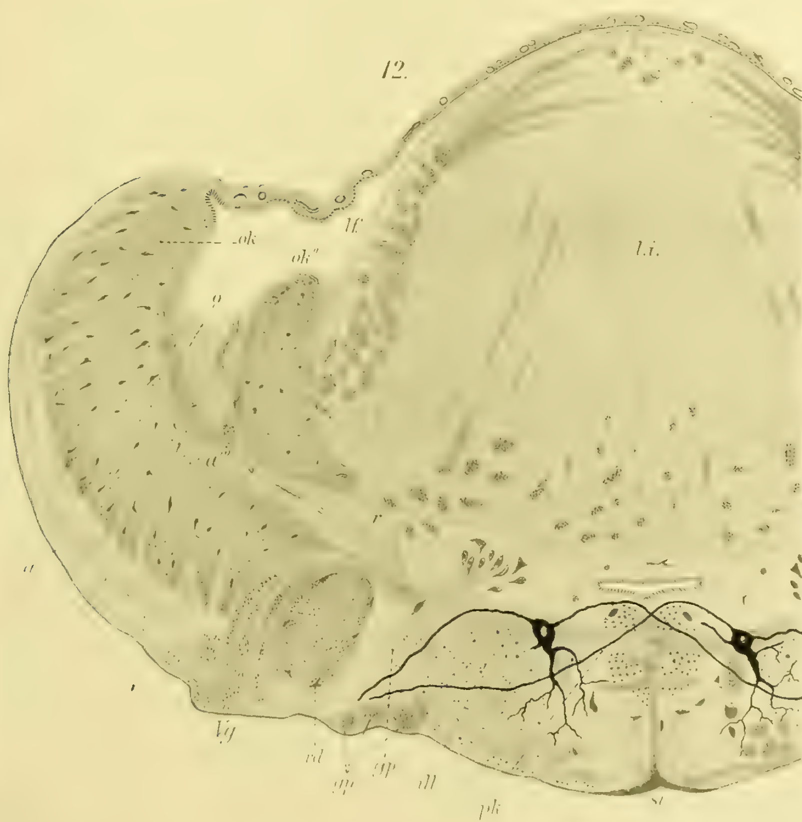
Fig. 28. *Esox lucius.* Querschnitt hinter der Rautengrube. *ds* Dorsalstrang, *ls* Lateralstrang. V. w. z.

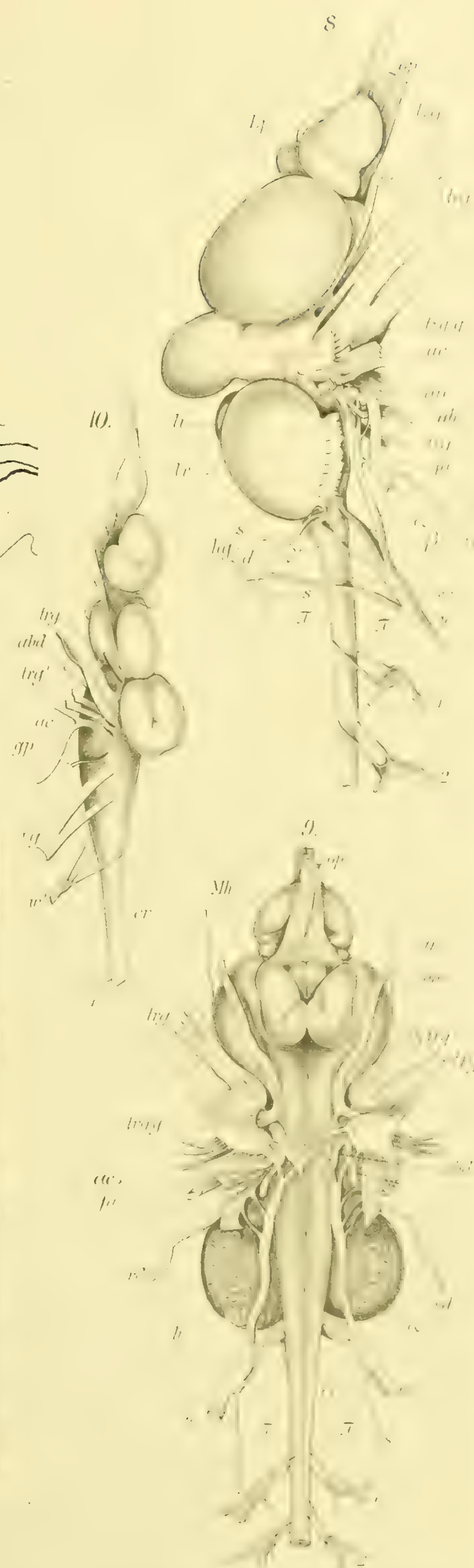
Fig. 29. Schema des Vagusursprunges, roth, Vorderstranggrundbündel: gelb: dorsales Längsbündel, *hh* Hinterhirn, *fr* Fossa rhomboidea, *Vg* Vagus, *a* ungekreuzte, *b* gekreuzte Fasern aus dem mittleren Vaguskern, *c* gekreuzte Fasern aus dem Vorderstranggrundbündel, *c'* ungekreuzte Fasern aus demselben (diese zwei letzteren können, soweit sie dem mittleren Vaguskern genähert entspringen, auch als Fasern des unteren Vaguskernes betrachtet werden), *e* kurzbahnige Fasern aus dem Lateralbündel, *f, e'* gekreuzte und ungekreuzte Fasern aus dem Hinterhirn, *g* Fasern unbekannten Ursprunges, *a', c'* gekreuzte und ungekreuzte Fasern direkten Ursprunges aus dem oberen Vaguskern, *b' d'* gekreuzte und ungekreuzte Fasern indirekten Ursprunges aus dem oberen Vaguskern.

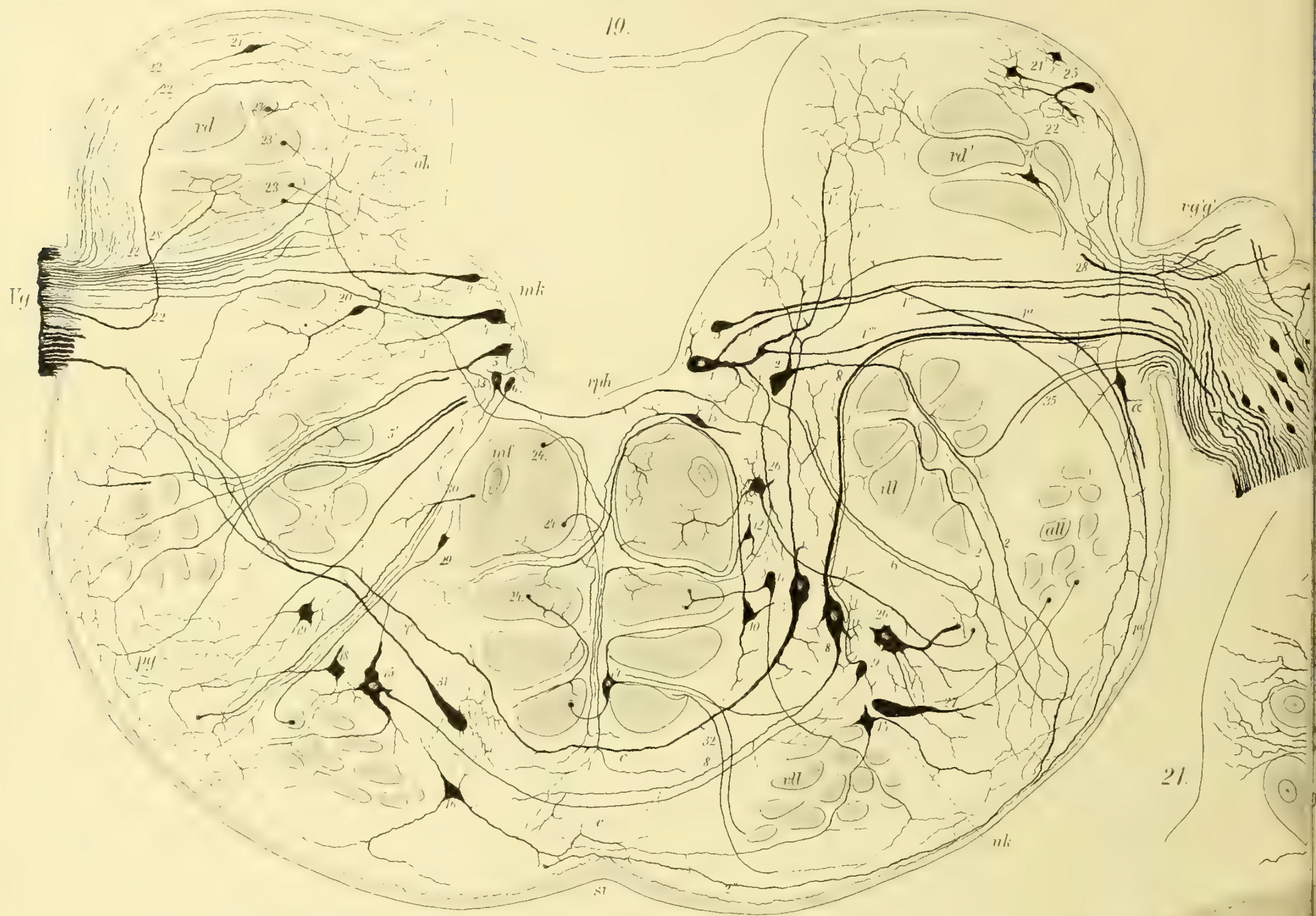


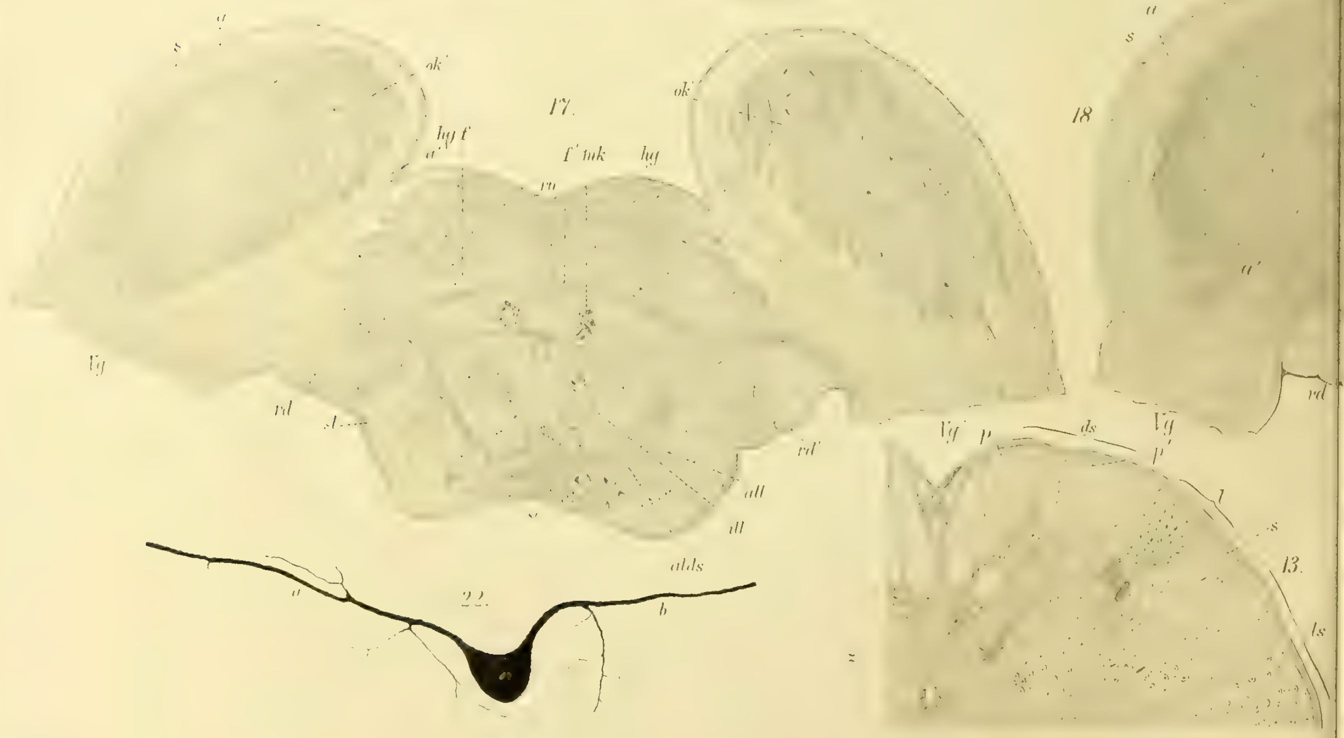
Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

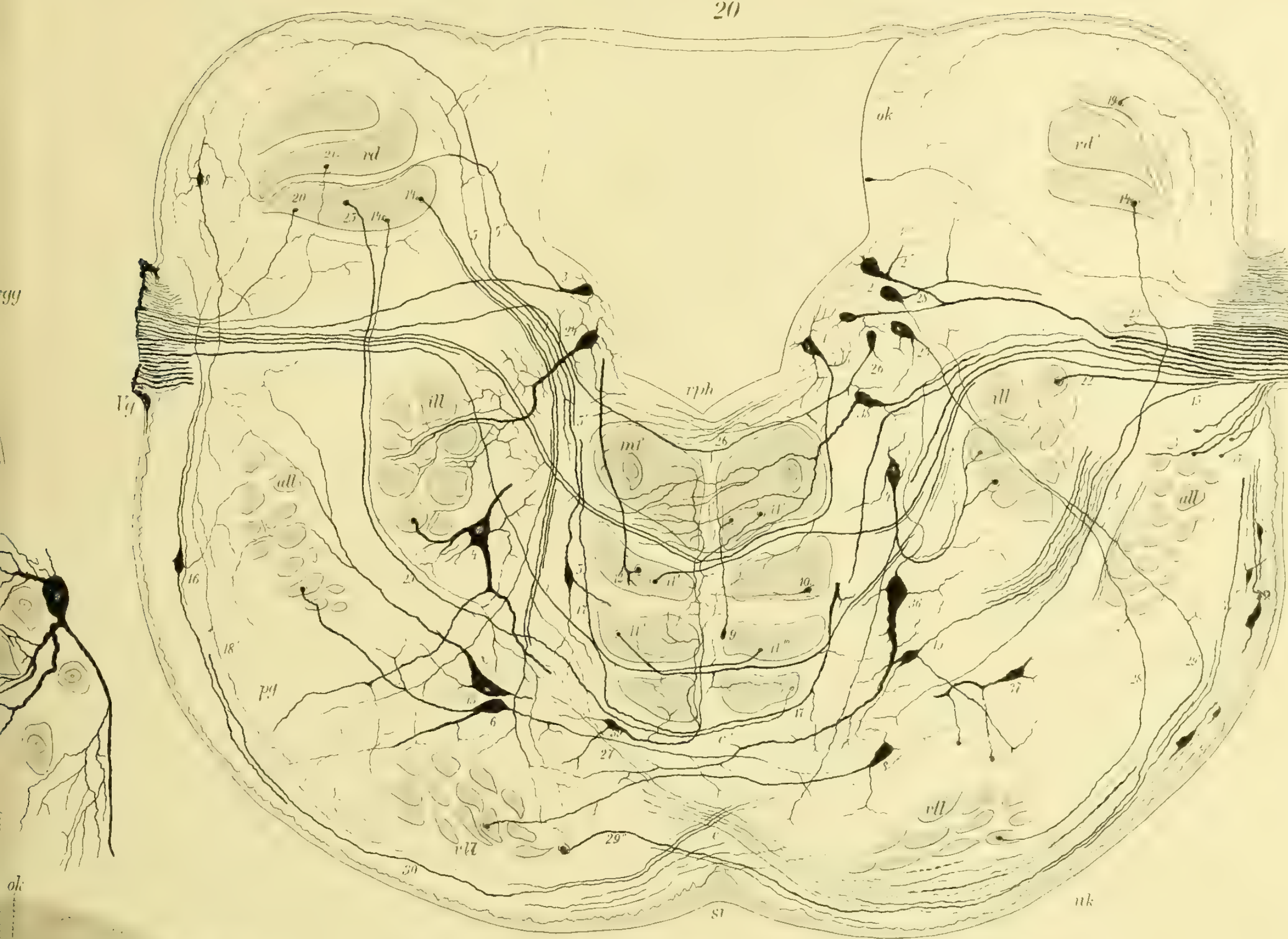

11.


12.


8
10.
9.

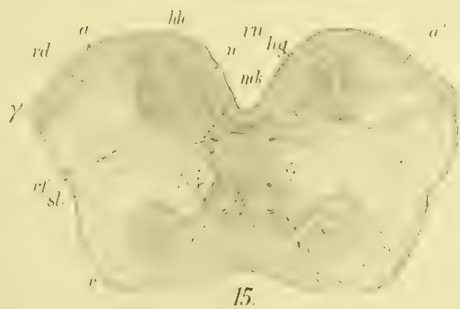

19.
Vg
mk
vd
rd'
21.

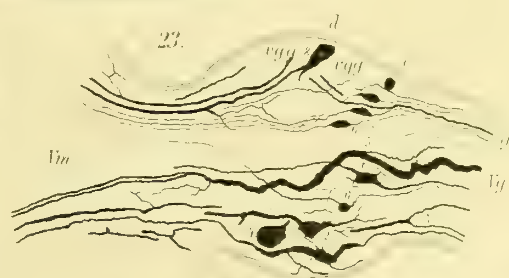

17.
18.
22.
13.

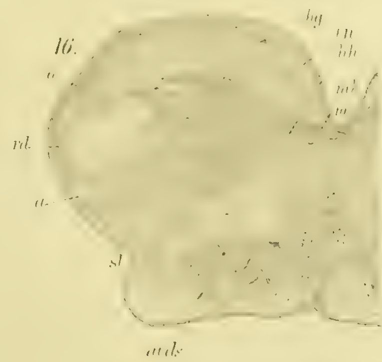


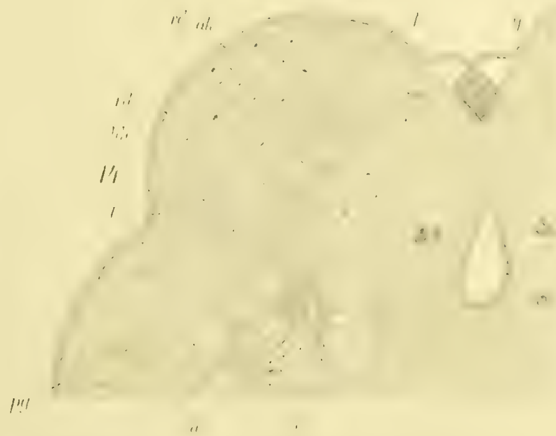




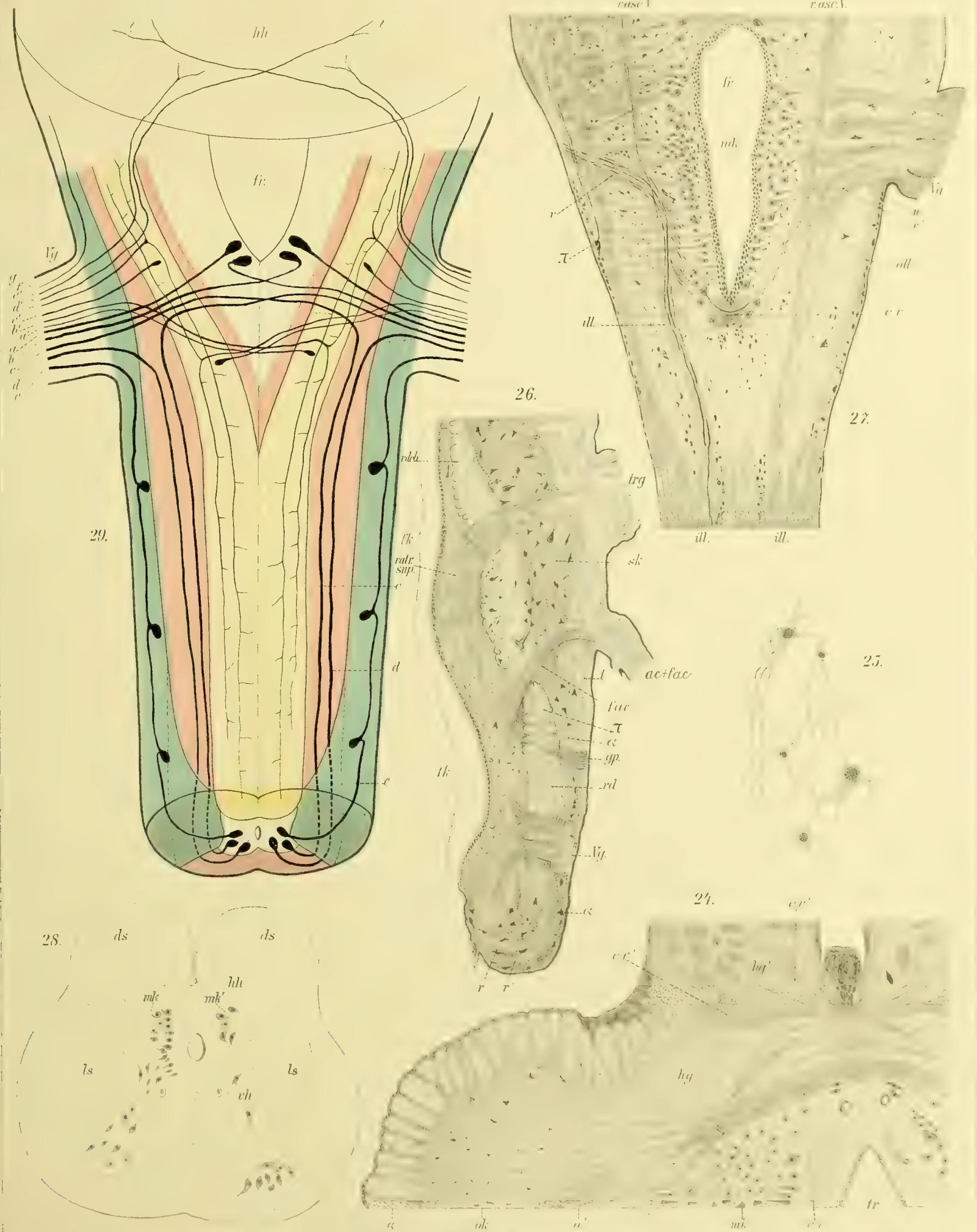








…gelmann in Leipzig



24.
25.
26.
27.
28.
29.
ds
hh
mk
mk'
ls
vh
fr
Vg
ill
trg
sk
ac+fac
fac
gp.
rd
tr
ok

VORSTUDIEN

ÜBER DAS

HIRNGEWICHT DER SÄUGETHIERE

VON

DR. MAX WEBER

O. Ö. PROFESSOR DER ZOOLOGIE UND DIRECTOR DES ZOOLOGISCHEN INSTITUTES
IN AMSTERDAM.

In Studien von allgemeinerer Tendenz über das Gehirn der Säugethiere wird in der Regel auch Bemerkungen über das Gewicht derselben einiger Raum gegönnt. Gewöhnlich beziehen sich dieselben auf das absolute Gewicht einiger Gehirne, sowie auf ein paar Verhältnisszahlen vom Körper- und Gehirngewicht einzelner, meist extrem grosser und extrem kleiner Säugethiere. Auch wird, bei einiger Vollständigkeit der Aphorismen über dieses Thema, der bekannte Satz angeführt, den CUVIER zuerst aussprach: „que, toutes choses égales, les petits animaux ont le cerveau plus grand à proportion.“

Die Daten, die den obengenannten Bemerkungen zu Grunde liegen, werden fast ausschliesslich den klassischen Werken von CUVIER[1]) und von LEURET et GRATIOLET[2]) entnommen. In diesen Werken ist eine grosse Zahl von Relationen zwischen Körper- und Hirngewicht zusammengetragen. Sieht man sich aber diese Tabellen relativer Hirngewichte näher an, so enthalten sie einzelne schwache Punkte, wodurch sie unseren heutigen Ansprüchen nur theilweise mehr genügen. Wir wollen hierbei ganz davon absehen, dass häufig die genauere, systematische Bezeichnung der untersuchten Thiere vollständig fehlt oder aber, dass, wie bei LEURET und GRATIOLET, die Thiere bunt durch einander stehen, nur nach dem relativen Hirngewicht geordnet. So findet man z. B. den „dauphin“ dreimal an verschiedenen Stellen angeführt, mit den relativen Hirngewichten 1 : 36, 1 : 66, 1 : 102.

Dieses Beispiel führt uns von selbst auf den schwächsten Punkt dieser älteren Tabellen. In ihnen vermisst man jede Mittheilung über das absolute Körper- und Hirngewicht und damit jeden Maassstab über Grösse und Alter der untersuchten Thiere. Aus den drei Angaben über den „dauphin“ z. B. kann man nur den Schluss ziehen, dass die drei untersuchten Individuen, angenommen, dass sie derselben Species angehörten, sehr verschiedenen Alters waren; ob No. 3 aber erwachsen war, inwiefern der Ernährungszustand eine Rolle spielte, bleibt uns verschlossen.

Eine flüchtige Ueberlegung der Thatsache, dass der Körper im Gehirn so zu sagen vertreten ist, macht es bereits deutlich, dass die nach Inhalt und Oberfläche

1) G. CUVIER, Leçons d'anatomie comparée. 1845. t. III. p. 77.
2) LEURET & GRATIOLET, Anat. comp. du système nerveux. 1839—1857. I. p. 429.

umfangreichere Maschine eines grossen Säugers ein grösseres Gehirn haben muss, als ein kleinerer Säuger.

So wird es bei den grössten *Cetaceen* ungefähr 7 Kilo betragen, während es bei einer erwachsenen Maus nur 0,43 gr schwer ist. Im Gehirne spielen sich aber nicht allein automatisch-reflektorische Vorgänge ab, sondern auch die höheren geistigen Vorgänge. Letztere sind wohl nur in so weit abhängig von der Masse des Körpers, als die äusseren Sinne nach innen reflektirt werden und die Eingeweide- und Muskelnerven das Thier zu einem fühlenden Subjekt machen. Im Uebrigen aber werden die „geistigen" Vorgänge in der Hauptsache unabhängig sein von der Körpermasse.

Hieraus folgt, dass einerseits das Gehirn in seiner Masse — z. B. ausgedrückt durch sein Gewicht — abhängig sein muss von der Masse des Körpers, gleichfalls durch sein Gewicht ausgedrückt; — andererseits folgt aber hieraus, dass andere Faktoren hinzukommen, die von Einfluss sind auf das Hirngewicht, unabhängig von der Körpergrösse.

Einem *Erinaceus europaeus* z. B. mit einem Körpergewicht von 779 gr genügt ein nur 3,37 gr schweres Gehirn, während ein ganz ähnlich lebender *Dasyurus viverrinus* von 730 gr bereits 6 gr Hirnmasse hat, eine *Pithecia pithecia* aber von nur 455 gr Körpergewicht hat ein 22 gr schweres Gehirn. *Dasyurus* hat zwar, im Gegensatz zum defensiven Charakter des *Erinaceus*, einen ächten Raubthiercharakter, und *Pithecia* wird als Baumbewohner ein umfangreiches Grosshirn nöthig haben, um die zahlreichen Sinneseindrücke, namentlich des Tastgefühls, zum Bewusstsein zu bringen und umgekehrt, vielseitige Bewegungsmechanismen mit komplicirter Muskelbewegung anzuregen, hiermit ist aber in weitester Ferne nicht Alles erklärt.

Hieraus folgt für uns aber, dass einfach das relative Hirngewicht uns nur sehr unvollständig unterrichtet über die hier vorliegenden Fragen und dass absolute Gewichtsangaben über Körper und Gehirn nicht fehlen dürfen.

Meine Liste enthält ausser eigenen, auch Angaben Anderer. Dass letztere nicht zahlreicher sind und scheinbar nicht im Verhältniss stehen zu dem Umfang der mammologischen Litteratur, hat seinen Grund in Folgendem. In genannter Litteratur stösst man wohl auf eine Anzahl — verhältnissmässig keine sehr grosse — Angaben über das absolute Hirngewicht, weitaus in den meisten Fällen fehlt aber jede Angabe über das Körpergewicht. Nur die Fälle, in denen letzteres berechnet ist, konnten in meiner Tabelle einen Platz finden. Ebenso wenig konnten die Mittheilungen der älteren Autoren, von denen oben bereits CUVIER und LEURET et GRATIOLET genannt wurden, ferner die der Veterinär-Anatomen benutzt werden, da sie nur das relative Hirngewicht nennen, nicht aber das absolute Gewicht von Gehirn und Körper, die beide zur richtigen Beurtheilung nöthig sind.

Auch die Angaben mussten verwahrlost werden, in denen das Gehirn nicht frisch, sondern erst, nachdem es bereits länger oder kürzer konservirt war, gewogen

wurde. Man hat zwar gemeint, den Gewichtsverlust, den das konservirte Gehirn erlitten hat, durch ein bestimmtes Gewichtsverhältniss ausdrücken zu können; dies kommt mir aber höchstens nur für gewisse Fälle ausführbar vor, während im Uebrigen solcher Korrektion eine grosse Unsicherheit anklebt. Der Gewichtsverlust wurde denn auch von verschiedenen Autoren nicht mit gleichem Endresultat berechnet. Nach Marshall soll er $^7/_{24}$ des ursprünglichen Gewichtes betragen. Broca berechnete den Verlust auf 30% in maximo, während er nach Bischoff 25%, nach Vierordt 40% des späteren Gewichtes betragen soll. Hierbei wäre natürlich auch die Art der Konservirung, deren Dauer und Erfolg, sowie die Art des gebrauchten Härtungsmittels zu berücksichtigen. In dieser Angelegenheit hat sich denn auch bereits Möller[1]) in skeptischem Sinne ausgelassen und darin Grund gefunden, in seiner Tabelle von Hirngewichten der *Anthropomorphen* die Gewichts-Angaben über konservirte Gehirne von denen der frischen zu trennen.

Bestimmungen, die ich in dieser Richtung an Gehirnen verschiedener Thierarten ausführte, ergaben gleichfalls verschiedene Resultate, was auch kaum anders zu erwarten ist. Denn die Menge der durch Alkohol z. B. extrahirbaren Stoffe wird in geringerem Maasse individuell, vermuthlich aber viel erheblicher und in verschiedenem Maasse nach der Thierart verschieden sein. Hält man alles dies im Auge, so kommt man zum Schlusse, dass konservirte Gehirne für Gewichtsbestimmungen nur dann zu gebrauchen sind, wenn es um ein Ergebniss zu thun ist, bei dem es auf grosse Genauigkeit nicht ankommt, das aber befähigt ist, uns eine Vorstellung zu geben über das ungefähre Gewicht eines bestimmten Gehirnes.

Mit Beiseitelassung der konservirten Gehirne wird wenigstens eine Gruppe von Fehlerquellen vermieden. Dies ist wünschenswerth, da verschiedene andere nicht zu umgehen sind bei unseren Bestimmungen. Da ist zunächst zu nennen, dass bei der Herausnahme des Gehirnes aus der Schädelhöhle, die häufig sehr stark entwickelten Bulbi olfactorii nicht in toto extrahirt werden können, und dass das verlängerte Mark nicht immer auf der gleichen Höhe durchschnitten wird.

Auf einer Tabelle, die der Art der Sache nach eine Vergleichung beabsichtigt, erscheinen neben einander Thiere von ungleichem Lebensalter und verschiedenem Ernährungszustande. Erstere Ungleichheit ist leichter zum Ausdruck zu bringen durch leicht erkennbare Merkmale der Jugend und durch Angabe der Körpermaasse. Schwieriger liegt es in dieser Beziehung mit dem Ernährungszustande und seinem Einfluss auf das Körpergewicht. Hiervon können eben nur die extremen Zustände durch Epitheta, wie „mager“, „fett“ etc. angedeutet werden. Dass diese Fehlerquellen aber nicht so gross sind, dass sie die allgemeinen Resultate unsicher machen, das lehrt wohl bereits ein oberflächliches Studium meiner Tabellen.

Bereits früher gab ich eine Tabelle über das Hirngewicht der Säugethiere[2]), die in der Hauptsache wie die vorliegende eingerichtet war. Seit jener Publikation

1) Möller, Abhdlg. u. Ber. d. Kgl. Zool. Ethnogr. Museums in Dresden. 1890/91. p. 2.
2) Bydragen tot de dierkunde. Feestnummer. Amsterdam 1888. 4.

wurden aber weitere, hierher gehörige Data gesammelt. Diese früheren Angaben erlaube ich mir nochmals vorzulegen; einmal der Vollständigkeit halber, dann auch weil die frühere Publikation an wenig zugänglicher Stelle und in weniger zugänglichem Kleide erschien.

Den technischen Theil anlangend, so wurde stets, nachdem das Gewicht des ganzen Thieres bestimmt war, das Gehirn frisch gewogen nach Entfernung der Dura mater. Nur in ganz vereinzelten Fällen (Elephant, Giraffe) wurde das Thier nicht in toto gewogen, sondern einigermaassen zerlegt. Von der gewöhnlichen Methode, ein Säugethier zu messen, von der Nasenspitze bis zum Anus, wurde nur bei Affen und Cetaceen abgewichen, wie in der Tabelle des Näheren an geeignetem Orte vermeldet wurde. —

	Länge des		Gewicht des		Ratio	Verhältniss in Procent	
	Körpers	Schwanzes	Körpers	Gehirns			
Marsupialia.							
Petrogale penicillata Gray ♂	58	51	6200	23,5	1 : 264	0,38	
Petrogale penicillata Gray ♂	56	49	4050	24,9	1 : 163	0,6	
Didelphys marsupialis L. ♂	53	32	3480	6,5	1 : 535	0,19	
Dasyurus viverrinus Shaw ♂	36	24	730	6	1 : 121	0,8	
Macropus ruficollis Desm. v. *bennetti* Wath. ♀	62	52	4830	28,65	1 : 168	0,59	Kleines Exemplar mit Jungen.
Macropus rufus Desm. ♀	106	82	22750	58	1 : 392	0,25	
Macropus rufus Desm. ♂	121	105	45500	64	1 : 711	0,14	
Trichosurus vulpecula Kerr ♀	44	37	1256	11,4	1 : 110	0,9	
Trichosurus vulpecula Kerr ♀	44	34	1724	10,6	1 : 162	0,61	
Insectivora.							
Erinaceus europaeus L.	28	2	745	3,4	1 : 219	0,46	
Erinaceus europaeus L. ♂	30	2	779	3,37	1 : 234	0,42	
Tupaja javanica Horsf. ♂	17	17	100	2,57	1 : 38,8	2,57	
Tupaja javanica Horsf.	18,5	—	108	2,5	1 : 43,2	2,31	Kohlbrügge[1]) p.38.

1) Natuurkdg. Tydschr. Ned.-Indië. LV.

	Länge des Körpers	Länge des Schwanzes	Gewicht des Körpers	Gewicht des Gehirns	Ratio	Verhältniss in Procent	
Chiroptera.							
Pteropus edulis GEOFFR. ♂	38	—	1250	10,7	1 : 117	0,85	
Pteropus edulis GEOFFR. ♂	32	—	1150	9	1 : 128	0,78	
Pteropus edulis GEOFFR.	—	—	1275	10,5	1 : 121	0,82	KOHLBRÜGGE [1]) p.38.
Pteropus edwardsi GEOFFR. ♀	24	—	287	7,2	1 : 40	2,5	
Edentata.							
Bradypus tridactylus L. ♀	51	4	2130	16,5	1 : 129	0,77	
Bradypus tridactylus L. ♂ juv.	34,5	2,5	748	11,48	1 : 65	1,53	
Myrmecophaga jubata L. ♀	131	76	20800	75	1 : 277	0,36	sehr mager.
Myrmecophaga jubata L. ♂	126	78	25500	84,5	1 : 302	0,33	
Myrmecophaga jubata L. ♀	135	66	23000	87	1 : 265	0,37	sehr mager.
Myrmecophaga jubata L. ♀	139	83	28086	84	1 : 334	0,29	
Tamandua tetradactyla ♀	37	30,2	1168	17,35	1 : 67	1,49	
Dasypus sexcinctus L. ♂	36	13	2567	11,3	1 : 227	0,44	
Manis javanica DESM. ♂	37,5	29	1750	9,5	1 : 184	0,54	
Manis javanica DESM. ♀	—	—	3500	11	1 : 318	0,31	
Manis javanica DESM.	55	—	8000	13	1 : 615	0,16	KOHLBRÜGGE [1]) p.36.
Rodentia.							
Sciurus vulgaris L. ♂ juv.	20	14,5	172	5,73	1 : 30	3,33	
Sciurus vulgaris L. ♂ juv.	21	15	191	5,78	1 : 33	3,03	
Sciurus vulgaris L. ♀	—	—	389	6	1 : 65	1,55	
Sciurus bicolor SPARRM. ♂	40	46	1400	12	1 : 116	0,85	KOHLBRÜGGE [1]) p.37.
Pteromys nitidus DESM. ♂	44	44	1600	11,8	1 : 136	0,74	
Arctomys marmota SCHREB. ♂	46	17	6250	13,4	1 : 467	0,21	
Cynomys ludovicianus BAIRD ♂	28	7	807	6,28	1 : 133	0,8	
Cricetus frumentarius PALL. ♀	24	4,5	195	2,29	1 : 85	1,17	

1) Natuurkdg. Tydschr. Ned.-Indië. LV.

	Länge des		Gewicht des		Ratio	Verhältniss in Procent	
	Körpers	Schwanzes	Körpers	Gehirns			
Mus musculus L. ♂ juv.	7	8	11,58	0,37	1 : 31	3,19	
Mus musculus L. ♂ juv.	7,5	8,5	15,75	0,43	1 : 36	2,76	
Mus musculus L. ♀	9,5	9	20,85	0,43	1 : 49	2,06	
Mus decumanus ♀	18	15	130	1,5	1 : 87	1,15	
Mus decumanus ♂	26	20	551	2,25	1 : 245	0,408	
Mus decumanus ♂	26	20,5	430	2,47	1 : 174	0,57	
Mus decumanus ♂	27	18	363	2,36	1 : 154	0,65	
Myopotamus coypus GEOFFR. ♀	57	26	3800	14,77	1 : 257	0,39	
Myopotamus coypus GEOFFR. ♂	61	40	5700	18,35	1 : 311	0,3	
Synetheres prehensilis F. CUV. ♀	50	38	2046	20	1 : 102	0,98	
Dasyprocta aguti L. ♂	56	1	2684	20	1 : 134	0,74	
Hydrochoerus capybara ERXL. ♀	102	—	28500	75	1 : 393	0,26	
Lepus cuniculus L. ♂	52,5	6,5	1970	9,5	1 : 207	0,5	
Castor canadensis KUHL ♀	71	35	19500	35,6	1 : 575	0,18	
Lagostomus trichodactylus BROOKES	—	—	3854	8,80	1 : 436	0,22	OWEN[1]).

Carnivora pinnipedia.

Phoca vitulina L. ♀	94	11	18000	242	1 : 74	1,34	
Phoca vitulina L.	104	9	19500	260	1 : 75	1,33	
Phoca vitulina L. ♂	107	11	26250	290	1 : 90	1,1	
Otaria californiana ♂	174	10	105000	399	1 : 266	0,38	Ein Jahr und 3½ Monat alt.
Otaria californiana ♀ juv.	111	6	31000	347	1 : 89	1,1	
Otaria jubata FORST.	170		71586	344	1 : 208	0,48	MURIE[2]).

Carnivora fissipedia.

Felis leo L. ♂ juv.	43	19	1379	77	1 : 18	5,58	5 Wochen alt.
Felis leo L. ♀ juv.	83	37	13000	163	1 : 80	1,25	3—4 Monate alt.
Felis leo L. ♀ juv.	122	65	35600	193	1 : 184	0,54	11 Monate alt.
Felis leo L. ♀	—	—	68500	213	1 : 323	0,31	erwachsen, sehr mager.
Felis leo L. ♂	182	84	119500	219	1 : 546	0,18	erwachsen, ungefähr 18 Jahre in Gefangenschaft.
Felis tigris L. ♀	169	69	57800	246	1 : 235	0,31	erwachsen.
Felis onca L. ♀	110	49	29000	149	1 : 195	0,51	nicht erwachsen.
Felis concolor L. ♀	109	59	30000	118	1 : 254	0,39	
Felis concolor L ♂	140	59	44000	137,5	1 : 320	0,31	

1) R. OWEN, Proc. Zool. Soc. of London. 1839. p. 175.
2) MURIE, Trans. Zool. Soc. of London. VII. p. 534. VIII. p. 530.

	Länge des		Gewicht des		Ratio	Verhältniss in Procent	
	Körpers	Schwanzes	Körpers	Gehirns			
Felis pardus L ♀ juv.	33,5	16	492	48	1 : 10	9,75	
Felis pardus L ♀ juv.	50	29	2044	83	1 : 25	4,06	
Felis pardus L pw.	78	53	11900	110	1 : 108	0,92	
Felis pardus L ♀	91	52	23820	130	1 : 183	0,54	
Felis pardus L ♂	128	76	27700	164	1 : 168	0,59	
Felis domestica GM. ♂ juv.	23	10,5	339	16,13	1 : 21	4,76	
Felis domestica GM. ♂	51	26	2692	29,5	1 : 91	1,095	
Felis domestica GM. ♂	56	25	3070	29,07	1 : 105	0,95	
Felis domestica GM. ♂	56	26	3224	33	1 : 98	1,03	
Felis domestica GM. ♂	59	24	3613	33,5	1 : 108	0,92	
Felis domestica GM. ♂	56	23	3907	29,15	1 : 134	0,75	
Felis domestica GM. ♂	56	25	4540	31,25	1 : 145	0,68	fettes Exemplar.
Felis catus L. ♂	59	41	4157	39,6	1 : 105	0,95	
Felis minuta TEMM.	48	17	1235	23,6	1 : 56	1,9	mageres Thier.
Felis minuta TEMM. juv.	36	—	571	21	1 : 27	3,68	Milchgebiss, KOHLBRÜGGE[1]).
Viverra tangalunga GRAY ♀	66	33	3130	30,2	1 : 103	0,96	
Viverra civetta SCHREB. ♂	87	42	8500	42,1	1 : 202	0,5	
Paradoxurus musanga GRAY.	57	43	3100	22	1 : 141	0,71	
Herpestes mungo GM. ♂	41	28	1523	10,9	1 : 140	0,7	
Herpestes albicauda CUV. ♂	48	33	1827	23,1	1 : 81	1,2	
Suricata tetradactyla SCHREB. ♂	35	14	626	10,93	1 : 57	1,75	
Hyaena striata ZIMM. ♀	111	27	17500	89	1 : 196	0,508	
Hyaena striata ZIMM. ♀	117	19	28750	81	1 : 355	0,28	
Hyaena crocuta ERXL. ♀	—	—	43500	168	1 : 259	0,38	
Canis adustus SUNDEV ♀ juv.	47	25	1530	39	1 : 39	2,56	
Canis adustus SUNDEV ♂	73	—	8000	47,4	1 : 166	0,6	
Canis lagopus L. ♀	56	24	6500	31	1 : 205	0,48	
Canis lagopus L. ♂	59	29	3270	39,1	1 : 84	1,2	
Canis famelicus RÜPP ♂	57	27	2248	36,8	1 : 61	1,6	
Canis jubatus DESM. ♀	116	40	23600	160	1 : 147	0,7	sehr mager.
Canis mesomelas SCHREB. ♀	69	29	7450	53,8	1 : 138	0,72	
Canis lupus L.	107	31	19500	111	1 : 176	0,569	
Canis lupus L. ♀	123	36	36300	119,5	1 : 304	0,33	
Canis familiaris: *Leonberger*.	—	—	59000	135	1 : 437	0,22	4 Jahre 6 Monat. RÜDINGER[2]).
C. f. Bernhardiner ♀	—	—	57000	108	1 : 527	0,18	3 Jahre. RÜDINGER.
C. f. Bernhardiner ♂	—	—	53000	123	1 : 430	0,23	8—9 Jahre, RÜDINGER.

1) Natuurkdg. Tydschr. Ned.-Indië. LV. p. 21.

2) Verhdlg. d. anatom. Gesellschaft. Jena 1894. p. 173. RÜDINGER giebt hier eine lange Reihe von Wägungen, die ich zusammen mit einzelnen von WILDER, unter Beibehaltung der von beiden Autoren gebrauchten Namen, mit meinen Wägungen vereinigt und nach dem Körpergewicht geordnet habe.

	Länge des		Gewicht des		Ratio	Verhältniss in Procent	
	Körpers	Schwanses	Körpers	Gehirns			
C. f. Ulmer Dogge	—	—	48000	114	1 : 421	0,23	2 Jahre 3 Monate, RÜDINGER.
C. f. Bernhardiner ♂	—	—	46000	123	1 : 373	0,26	4 Jahre 7 Monate, RÜDINGER.
C. f. Leonberger	—	—	41000	105	1 : 390	0,25	1 Jahr 4 Monate, RÜDINGER.
C. f. Newfoundland	—	—	38345	120	1 : 319	0,31	erwachsen, WILDER[1].
C. f. Jagdhund ♀	—	—	32000	109	1 : 293	0,34	2 Jahre, RÜDINGER.
C. f. Hofhund	—	—	29000	62	1 : 467	0,21	2 Jahre, RÜDINGER.
C. f. Bernhardiner ♀	—	—	28000	116	1 : 241	0,41	5Monate, RÜDINGER
C. f. sagax venaticus + extrarius aquaticus terrae novae ♂	110	34	27500	107	1 : 257	0,39	
C. f. sagax + extrarius aquat. terrae novae ♂	113	37	25000	98	1 : 255	0,39	
C. f. Molossus	92	—	21000	95	1 : 221	0,45	
C. f. leporarius ♀	107	36	16250	102	1 : 159	0,63	
C. f. sagax hirsutus + domesticus ♂	98	32	15444	83	1 : 186	0,54	
C. f. leporarius italicus ♀	102	30	14250	86	1 : 165	0,60	
C. f. sagax ♂	97	33	13539	95	1 : 142	0,70	junges Thier.
C. f. lapponicus ♂	77	27	12040	70	1 : 172	0,58	alt.
C. f. domesticus + sagax gallicus ragusanus	80	24	12000	80,5	1 : 149	0,67	
C. f. Jagdhund ♀	—	—	12000	82	1 : 146	0,68	3 Jahre, RÜDINGER.
C. f. sagax venaticus + domesticus ♀	80	24	8586	84	1 : 102	0,98	
C. f. Affenpinscher	—	—	8500	73	1 : 116	0,85	1 Jahr, 6 Monate, RÜDINGER.
C. f. caraibaeus medius ♀	72	22	7919	66	1 : 120	0,83	sehr alt.
C. f. Pinscher ♀	—	—	7500	64	1 : 117	0,85	9Monate, RÜDINGER.
C. f. Spitz ♀	—	—	6100	75	1 : 81,3	1,22	6Monate, RÜDINGER.
C. f. Windhund ♀	—	—	6000	81	1 : 74	1,35	2 Jahre, RÜDINGER.
C. f. extrarius aquaticus hirsutus ♂	69	21	5897	65	1 : 90	1,1	
C. f. English Terrier (large)	—	—	5300	69	1 : 76,8	1,3	3,5 Jahre alt, WILDER[1])
C. f. Mops (zweifelhafte Rasse)	—	—	4878	72	1 : 67,7	1,47	4Monate, RÜDINGER.
C. f. Mops (zweifelhafte Rasse)	—	—	4775	74	1 : 64,5	1,54	4Monate, RÜDINGER.
C. f. Pinscher	—	—	4496	71	1 : 63,3	1,57	1 Jahr, 6 Monate, RÜDINGER.
C. f. Hund v. engl. Rasse	—	—	4378	68	1 : 64,3	1,55	RÜDINGER.
C. f. extrarius hispanicus hirsutus ♂	60	17	4350	60,5	1 : 72	1,39	

1) WILDER, Rep. Am. Assoc. Advancement of Sc. 1873, cfr. H. H. DONALDSON, The Growth of the Brain. London 1895. p. 122.

	Länge des Körpers	Länge des Schwanzes	Gewicht des Körpers	Gewicht des Gehirns	Ratio	Verhältniss in Procent	
C. f. Spitz	—	—	3750	59	1 : 63,5	1,57	6 Monate, Rüdinger.
C. f. Spitz	—	—	3400	71	1 : 47,8	2,08	6 Monate, Rüdinger.
C. f. Spitz	—	—	3128	70	1 : 446	2,23	
C. f. Englisch Terrier (small)	—	—	1320	38	1 : 34,7	2,87	6 Monate, Wilder[1])
C. f. Hund ♀	—	—	1137	84	1 : 13,5	7,38	4 Monate, Rüdinger.
C. f. pomeranian	—	—	132	8	1 : 16,5	6,1	54 Stunden, Wilder[1]).
Lycaon pictus Temm. ♂	97	29	25400	131	1 : 193	0,52	sehr alt.
Ursus arctos L. ♀ juv.	86	—	9000	252	1 : 36	2,8	junges Thier.
Ursus arctos L. ♂	188	15	197000	407	1 : 484	0,206	mager.
Ursus maritimus L. ♂	—	—	245800	530	1 : 464	0,218	
Ursus malayanus Raffl. ♂	114	7	20000	325	1 : 62	1,62	
Procyon lotor L. ♀	57	25	4380	41	1 : 107	0,94	
Putorius foetidus L. ♀	34	11,5	389	5,5	1 : 71	1,41	
Galictis barbara L ♂	50	31	1490	47	1 : 315	3,8	
Galictis vittata Schreb. ♂	52	17,5	1917	21,1	1 : 91	1,1	

Cetacea

(über den Rücken von der Schnauzen- bis zur Schwanzspitze gemessen).

Phocaena communis Less. ♂	77	—	6750	199	1 : 34	2,95	sehr jung.
Phocaena communis Less. ♂	98	—	12000	300	1 : 40	2,5	jung.
Phocaena communis Less. ♀	112	—	14900	381	1 : 39	2,55	jung.
Phocaena communis Less. ♂	108,5	—	24500	406	1 : 60	1,7	
Phocaena communis Less. ♂	123	—	30200	408	1 : 74	1,35	
Phocaena communis Less. ♂	144	—	53800	512	1 : 105	0,95	
Lagenorhynchus albirostris ♀	179	—	67500	1126	1 : 60	1,67	junges Thier.
Tursiops tursio Fabr. ♀	296	—	278000	1886	1 : 432	0,67	
Globiocephalus melas Traill.	—	—	1000000	2511	1 : 400	0,25	Murie[2]).

1) Wilder, Rep. Am. Assoc. Advancement of Sc. 1873, cfr. H. H. Donaldson. The Growth of the Brain. London 1896. p. 122.

2) Murie, J., Trans. Zool. Soc. of London VIII. 1874. p. 273.

	Länge des		Gewicht des		Ratio	Verhältniss in Procent	
	Körpers	Schwanzes	Körpers	Gehirns			
Artiodactyla.							
Tragulus javanicus PALL. ♂	50	4	2037	15,85	1 : 129	0,78	
Tragulus napu RAFFL. ♀	53	8	2670	18,3	1 : 146	0,7	
Tragulus memmina ERXL. ♀	53	2	2368	17,1	1 : 139	0,72	
Cervus capreolus L ♂ juv.	108	—	14500	97,5	1 : 149	0,67	
Cervus porcinus GM. ♂	128	16	30000	142	1 : 208	0,47	
Cervus elaphus L. ♂	220	12	125530	411	1 : 305	0,33	
Camelopardalis giraffa SCHREB. ♂	—	—	150000	389	1 : 392	0,259	2 Monate alt. CRISP[1])
Camelopardalis giraffa SCHREB. ♂	—	—	300000	420	1 : 761	0,14	jung. CRISP[2])
Camelopardalis giraffa SCHREB. ♂	305	73	529000	680	1 : 777	0,12	lebte 22 Jahre in Amsterdam.
Oryx beisa RÜPP. ♂	177	34	107000	280	1 : 382	0,26	
Bubalis caama CUV. ♀	192	34	99500	269	1 : 370	0,27	
Damaliscus lunatus BURCH ♀	—	—	82000	324	1 : 253	0,4	
Boselaphus tragocamelus SUNDW. ♀	186	49	152000	260	1 : 585	0,17	
Antilope cervicapra PALL. ♀	102	11	13500	90	1 : 150	0,67	
Cephalophus maxwelli H. SM. ♀	41,5	5	1202	28,8	1 : 42	2,39	junges Thier.
Cephalophus maxwelli H. SM. ♂	62	6	2463	36,2	1 : 68	1,47	sehr mager.
Cephalophus maxwelli H. SM. ♂	60	7	3130	37,5	1 : 83	1,2	
Cephalophus maxwelli H. SM. ♀	60	8	3160	35,4	1 : 89	1,12	
Cephalophus maxwelli H. SM. ♀	68	8	3780	41,1	1 : 92	1,09	
Rupicapra rupicapra L. ♂	116	6	26500	118,5	1 : 223	0,45	
Ovis musimon SCHREB. ♀	112	8	23000	101	1 : 227	0,439	
Perissodactyla.							
Tapirus indicus L. ♂	219	—	201000	265	1 : 758	0,13	
Tapirus americanus L. ♂	85	7	13750	137,5	1 : 100	1	1 Monat 4 Tage alt.

1) C. CRISP, Proc. Zool. Soc. of London. 1864. p. 64.

2) C. CRISP, l. c. Als Gewicht für den Körper wird hier „about" 16 cwt. = 812800 gr angegeben. Ich vermuthe, dass hier ein Fehler vorliegt, und dass es heissen muss: 6 cwt.

	Länge des Körpers	Länge des Schwanzes	Gewicht des Körpers	Gewicht des Gehirns	Ratio	Verhältniss in Procent	
Tapirus americanus L. ♀	99	6,5	18900	134,5	1 : 140	0,71	junges Thier.
Tapirus americanus L. ♂	197	7	160000	169	1 : 947	0,1	Vater des 1 Monat alten Ex.
Equus zebra L. ♀	224	42	166500	674	1 : 247	0,4	ziemlich mager.
Hyracoidea.							
Hyrax capensis L. ♂	55	—	1680	21	1 : 80	1,25	sehr mager.
Hyrax capensis L. ♂	—	—	3500	19,2	1 : 183	0,55	Nach George[1]. Das auffallend niedrige Gehirngewicht erklärt sich vielleicht, dadurch, dass die Gehirne aus Alkohol gewogen wurden, obwohl der Verfasser dies nicht sagt.
Hyrax capensis L.	—	—	2387	12	1 : 190	0,5	
Hyrax capensis L.	—	—	1997	11	1 : 181	0,55	
Proboscidea.							
Elephas africanus L ♀	—	—	1642000	4370	1 : 375	0,25	lebte 10 Jahre in Amsterdam.
Elephas indicus L. ♀	—	—	2047000	4660	1 : 439	0,23	ungefähr 25 Jahre alt.
Elephas indicus L. ♀	—	—	467711	3756	1 : 125	0,8	C. Mayer[2].
Elephas indicus L. ♂	3048 hoch		3048000	5430	1 : 560	0,17	C. Crisp[3].
Prosimiae.							
Chiromys madagascariensis Gm. ♀	44	43,5	1607	42,95	1 : 37	2,67	
Perodicticus potto Geoffr.	—	—	710	9,3	1 : 76	1,3	
Perodicticus potto Geoffr.	32	5	756	13,25	1 : 57	1,75	
Perodicticus potto Geoffr.	39	5	732	9,59	1 : 76	1,31	

1) George, Monogr. du genre Daman: Bibl. de l'école des Hautes Etudes. T. XII. No. 5. 1875. p. 130.
2) C. Mayer, Nova Acta Acad. Caes. Leop. Carol. XXII. 1847. p. 48.
3) C. Crisp, Proc. Zool. Soc. Lond. 1855. p. 186.

	Länge des Körpers	Länge des Schwanzes	Gewicht des Körpers	Gewicht des Gehirns	Ratio	Verhältniss in Procent	
Nycticebus tardigradus L. ♂	31,5	1,5	500	8,18	1 : 61	1,63	
Nycticebus tardigradus L. ♂	31,5	1,5	416	7,72	1 : 54	1,85	
Lemur mongoz L. v. *collaris* ♀	46	40	2140	28	1 : 76	1,3	
Lemur mongoz L. ♀	42	38	1268	21,1	1 : 60	1,66	
Lemur varius J. GEOFFR. ♂	60	61	3411	33	1 : 103	0,97	
Lemur varius J. GEOFFR. ♀	63	60	2169,5	28,7	1 : 75	1,3	

Primates.

( ) bedeutet, dass das Thier vom Scheitel bis zum Anus gemessen wurde, das mit [ ] versehene Maass bei *Anthropomorpha* giebt die Länge vom Scheitel zur Fusssohle an.

Midas midas L.	24	32	199,5	9,8	1 : 20	5	
Midas rosalia L. ♀	31	37	335	12,8	1 : 26	3,8	
Midas rosalia L. ♀	28	33	322	11,85	1 : 27	3,7	
Chrysothrix usta J. GEOFFR.	36 (31)	39	395	23,4	1 : 17	6	
Chrysothrix usta J. GEOFFR. ♂	(19)	29,5	270	21,5	1 : 12,5	7,96	
Pithecia monachus GEOFFR. ♀	(27)	35,7	537,7	28,2	1 : 19	5,2	sehr mager, FLOWER[1]).
Pithecia pithecia L. ♂	27	32	455	22	1 : 20	5	
Aloutta seniculus L. ♂	—	—	3419	43,5	1 : 78	1,21	sehr mager, FLOWER[2]).
Cebus capucinus L.	67	33	1290	69,5	1 : 18,5	5,38	
Ateles ater F. CUV. ♂	41 (31)	46	1854	126	1 : 15	6,8	
Ateles paniscus L. ♂	39	61	1800	98	1 : 18	5,45	
Ateles paniscus L. ♂	39 (33,5)	52	1698	97	1 : 18	5,7	
Cercopithecus talapoin ERXL. ♂	37,5	45	755	39	1 : 19	5,16	
Cercopithecus albigularis SYKES ♀	45 (40)	51	1780	55,7	1 : 32	3,1	
Cercopithecus cynosurus SCOP. ♀	50 (42,5)	52	2170	70,5	1 : 31	3,25	
Macacus maurus F. CUV. ♂	52 (39)	6,5	4420	107	1 : 41	2,4	mager.
Macacus rhesus AUDEB. ♂	55	25,5	3560	82,5	1 : 43	2,32	nicht erwachsen.
Macacus cynomolgus L. ♂	(39)	30	2790	54,5	1 : 51	1,95	
Macacus nemestrinus L. ♂	(36)	12	1390	76	1 : 19	5,46	

1) FLOWER, Proc. Zool. Soc. Lond. 1862. p. 328.
2) FLOWER, Proc. Zool. Soc. Lond. 1864. p. 336..

	Länge des		Gewicht des		Ratio	Verhältniss in Procent	
	Körpers	Schwanzes	Körpers	Gehirns			
Macacus nemestrinus L. ♂	56	16,5	4920	114	1 : 43	2,3	
Macacus nemestrinus L. ♂	64 (50)	19	8000	117	1 : 69	1,46	
Papio porcarius Bodd. ♂	62	36	6342	163,5	1 : 39	2,6	castratus.
Papio porcarius Bodd. ♀	72	41	12250	164,5	1 : 74	1,34	sehr mager.
Papio sphinx Geoffr. ♀	64	11	9600	179	1 : 54	1,86	mager.
Papio sphinx Geoffr.	53	41	7523	160	1 : 47	2,13	
Papio babuin Desm. ♂	66	38	6075	161	1 : 38	2,65	
Papio babuin Desm. ♀	47	30	6500	146	1 : 26,5	3,78	
Papio hamadryas L ♂	65	38	9206	142	1 : 65	1,54	
Semnopithecus melalophus Raffl. ♀	—	—	9000	77,3	1 : 116	0,85	
Hylobates lar Ill. ♂	(40,5)	—	3027	89	1 : 34	2,94	
Hylobates leuciscus Kuhl ♀	52 (48)	—	6250	94,5	1 : 66	1,51	
Hylobates syndactylus Desm. ♂ juv.	34,5(28,5)	—	1250	100	1 : 12,5	8	ungefähr 2 Monate alt, Milchgebiss 20 Zähne.
Hylobates syndactylus Desm. ♀ juv.	45 (35)	—	2057	116	1 : 18	5,64	Milchgebiss 24 Zähne.
Hylobates syndactylus Desm. ♀	62,5	—	9500	130	1 : 73	1,37	
Simia satyrus L. ♂	(39)	—	5925	334,5	1 : 18	5,63	junges Thier.
Simia satyrus L. ♂	[78,7]	—	7600	340	1 : 22,3	4,4	gegen 4 Jahre. Rolleston[1]).
Simia satyrus L. ♂	66,5(52,5)	—	8830	339	1 : 26	3,84	junges Thier.
Simia satyrus L. ♂	(58)	—	11275	375	1 : 30	3,3	
Simia satyrus L. ♀	—	—	18593,5	315,5	1 : 58	1,79	lebte 3¾ Jahr in Gefangenschaft und war bei Ankunft 15108 gr. schwer. Owen[2]).
Simia satyrus L. ♀	(68)	—	20200	306	1 : 66	1,5	
Simia satyrus L. ♂	[140]	—	73500	400	1 : 183	0,54	Deniker & Boulart[3]).
Simia satyrus L. ♂	(90)[140]	—	76500	395	1 : 194	0,52	R. Fick[4]) Gehirngewicht aus Alkohol berechnet.
Anthropopithecus troglodytes L. ♀	57,5 (49)	—	5550	340	1 : 16	6,1	
Anthropopithecus troglodytes L. ♂	[72]	—	5550	347	1 : 16	6,1	stark abgemagert. Möller[5]) gegen 3 Jahre.

1) Rolleston, Nat. Hist. Review. 1861, citirt nach Möller.
2) Owen, Proc. Zool. Soc. London 1843. p. 124.
3) Deniker & Boulart, Nouv. Arch. du Muséum. 3 sér. T. VII. 1895. p. 56.
4) R. Fick, Arch. f. Anat. u. Physiol. Anatom. Abth. 1895. p. 69.
5) Möller, Abhdlg. d. Zoolog. Museums in Dresden 1892.

	Länge des Körpers	Länge des Schwanzes	Gewicht des Körpers	Gewicht des Gehirns	Ratio	Verhältniss in Procent	
Anthropopithecus troglodytes L. ♂	57,5(45,5)	—	6115	348	1 : 18	5,6	
Anthropopithecus troglodytes L. ♂	[72,8]	—	6540	362	1 : 18	5,5	2—3 Jahre, Möller[1]).
Anthropopithecus troglodytes L. ♂	[71]	—	7500	412	1 : 18,2	5,49	2—3 Jahre, Marshall[2]).
Anthropopithecus troglodytes L. ♂	[71,1]	—	8000	269,3	1 : 29,7	3,36	3—4 Jahre, Parker[3]).
Anthropopithecus troglodytes L. ♂	[77]	—	9760	367	1 : 26,5	3,75	Bolau, Möller[1]).
Anthropopithecus troglodytes L. ♂	[90]	—	16650	391	1 : 42,5	2,34	Möller[4]), über 4 Jahre alt.
Anthropopithecus troglodytes L. ♀	61	—	19252	374,9	1 : 51	1,9	Owen[5])
Anthropopithecus troglodytes L. ♀	[115/20]	—	21090	345	1 : 61	1,63	A. B. Meyer & Bischoff[6]).

Die Thatsachen, die in vorstehender Tabelle zusammengetragen sind, können wir für einige allgemeine Betrachtungen verwerthen.

1. Der Annahme der Gelehrten des Alterthums, dass der Mensch durch sein absolutes Hirngewicht alle übrigen Thiere überrage, konnten bereits ältere Autoren entgegentreten, als sie das Gehirn des Elephanten kennen lernten. Bei einem asiatischen Elephanten fand bereits Moulius[7]) (1682) dasselbe als 4890 gr, ein Gewicht, das durch den Elephanten, den Crisp[8]) untersuchte, noch übertroffen wird, da dieses 5430 gr wog. Damit ist aber noch nicht das Maximum erreicht; denn Guldberg[9]) bestimmte das Hirngewicht einer 19 M. langen *Balaenoptera musculus* auf 6700 gr und bei *Balaenoptera Sibbaldii* ist es zweifelsohne noch schwerer.

In meiner Tabelle konnte leider von diesen Gewichtsangaben Guldberg's, sowie von den früheren Forschern: Hunter, Scoresby, Knox, Rudolphi und Erchricht, die gleichfalls auf Cetaceen sich beziehen, kein Gebrauch gemacht werden. Sie sind nämlich entweder nur konservirten Gehirnen entnommen, oder aber die Gewichts-

1) Möller, Abhdlg. d. Kgl. Zoolog. Museums in Dresden 1892.
2) Marshall, Nat. Hist. Review 1861, nach Möller citirt.
3) Parker, The Medical Record. 1880, nach Möller citirt.
4) Möller, Abhdlg. d. Kgl. Zool. Museums in Dresden 1892. p. 3.
5) Owen, Proc. Zool. Soc. London. 1846. p. 2.
6) A. B. Meyer & Bischoff, Mitth. Zool. Museum Dresden.
7) A. Moulius, An anatomical account of an Elephant 1682, p. 37; nach Milne-Edwards, Leçons sur la physiologie XIV. p. 189.
8) Crisp, Proc. Zool. Soc. of London 1862. p. 328.
9) Guldberg, Christiania Vid. Selsk. Forhdl. 1885. p. 128.

bestimmung des Köpers fehlt oder ist nur geschätzt. Gerade diese Bestimmung stösst bei diesen Riesenthieren auf grosse Schwierigkeit. Darum ist es vielleicht nicht überflüssig — auch im Verband mit obigen Gehirnwägungen seitens GULDBERG — daran zu erinnern, dass W. TURNER[1]) das Körpergewicht einer *Balaenoptera Sibbaldii* durch Wägung auf 7400 K. bestimmte.

Aber auch weit kleinere Cetaceen überragen das absolute Hirngewicht des Menschen, so ein *Tursiops tursio* FABR. ♀ mit 1886 gr schwerem Gehirn, ein *Globiocephalus melas* mit 2511 gr. Hirngewicht. Cetaceen und Elephanten sind denn aber auch die einzigen Säugethiere, die hierin den Menschen übertreffen.

2. Diese Sachlage gestaltet sich sofort anders, wenn man das relative Hirngewicht untersucht. Solchen Gewichtsbestimmungen, die auf Cetaceen sich beziehen und, der älteren Litteratur angehörig, von GULDBERG[2]) zusammengestellt sind, kommt nur geringer Werth zu, da die Beurtheilung des Körpers, wie oben bereits angemerkt, nur auf Schätzung beruht. Doch ist den Schätzungen, dass z. B. das relative Hirngewicht für *Megaptera boops* $^1/_{12000}$, das für *Balaenoptera musculus* $^1/_{14000}$, das für *Balaena mysticetus* $^1/_{22675}$ sei, jedenfalls zu entnehmen, dass es ausserordentlich klein ist. Genauer konnte MURIE[3]) es für *Globiocephalus melas* zu $^1/_{400}$ und ich, durch exakte Wägungen, für ein weibliches Exemplar von *Tursiops tursio* auf $^1/_{432}$ bestimmen.

Setzen wir das relative Hirngewicht eines erwachsenen Europäers — ohne auf Rassenverschiedenheiten zu achten — auf $^1/_{35}$ an, so zeigt sich aber nach anderer Richtung hin, dass die exceptionelle Stellung des Menschen wirklich exceptionell ist, fast mehr, als man gewöhnlich annimmt.

CUVIER[4]) meinte, dass der Mensch bezüglich seines relativen Hirngewichtes „n'est surpassé que par un petit nombre d'animaux tous maigres et peu charnus comme les mulots, les petits oiseaux etc.“ CUVIER giebt es für den „*mulot*“ zu $^1/_{31}$ an. Da er aber weder Maasse, noch absolute Gewichte mittheilt, ist nicht zu beurtheilen, ob nicht ein junges Thier vorlag. Jedenfalls konnten die von mir untersuchten kleinen Nager wie *Mus musculus*, *M. rattus*, *Cricetus frumentarius* im erwachsenen Zustande nicht mit dem Menschen konkurriren. Dies konnten nur die kleinen südamerikanischen Affen wie *Midas*, *Chrysothrix*, *Pithecia*, *Cebus*, *Ateles*.

Nicht die Kleinheit allein der Säuger giebt daher in dieser Sache den Durchschlag. Das geringe Körpergewicht muss begleitet sein von einem verhältnissmässig hohen Gehirngewicht. Dies beweisen einmal die kleinen Nager, ferner die *Insectivora*, *Chiroptera* und kleinen *Marsupialia*, die — was ihr Körpergewicht betrifft — in den Kreis der kleinen südamerikanischen Affen fallen, dennoch aber ein ungünstiges relatives Hirngewicht haben, eben wegen der Kleinheit des Gehirnes.

Einige Beispiele mögen das Gesagte klar machen; zunächst eine Anzahl süd-

1) W. TURNER, Transact. Roy. Soc. Edinburg. XXVI. p. 221.
2) GULDBERG, Christiania Vid. Selsk. Forhdl. 1885. p. 121 flg.
3) MURIE, Trans. Zool. Soc. London. VIII. 1874. p. 273.
4) CUVIER, Leçons d'anatomie comparée. III. p. 77.

amerikanischer Affen, die Thatsache, dass sie durch ihr relatives Hirngewicht, auch im erwachsenen Zustande, den Menschen übertreffen.

Midas midas	Körpergewicht	335	Hirngewicht	12,8	Verhältniss	1 : 26
Midas rosalia	„ „	322	„ „	11,85	„	1 : 27
Chrysothrix usta	„ „	395	„ „	23,4	„	1 : 17
Pithecia monachus	„ „	537,7	„ „	28,2	„	1 : 19
Pithecia pithecia	„ „	455	„ „	22	„	1 : 20
Cebus capucinus:	„ „	1290	„ „	69,5	„	1 : 18,5
Ateles ater	„ „	1845	„ „	126	„	1 : 15
Ateles paniscus	„ „	1800	„ „	98	„	1 : 18

Dies sind die einzigen Säugethiere, von denen mir mit Sicherheit bekannt ist, dass sie im erwachsenen Zustande ein höheres relatives Hirngewicht haben, als der Mensch. Dass, wie oben gesagt, Kleinheit des Körpers als solche allein nicht genügt, dies Resultat zu erzielen, zeigen folgende Beispiele von Säugern aus verschiedenen Ordnungen, deren Körpergewicht unter zwei Kilo bleibt.

Dasyurus viverrinus:	Körpergewicht	730	Hirngewicht	6	Verhältniss	1 : 121
Trichosurus vulpecula	„	1724	„	10,6	„	1 : 162
Erinaceus europaeus	„	779	„	3,37	„	1 : 234
Tupaja javanica	„	108	„	2,5	„	1 : 43
Pteropus edulis	„	1250	„	10,7	„	1 : 117
Pteropus edwardsii	„	287	„	7,2	„	1 : 40
Mus musculus	„	20,8	„	0,43	„	1 : 49
Mus decumanus	„	551	„	2,25	„	1 : 245
Cricetus frumentarius	„	195	„	2,29	„	1 : 85
Sciurus vulgaris	„	389	„	6	„	1 : 65
Putorius foetidus	„	389	„	5,5	„	1 : 41
Felis minuta	„	1235	„	23,6	„	1 : 56
Perodicticus potto	„	756	„	13,25	„	1 : 57
Nycticebus tardigradus	„	500	„	8,18	„	1 : 61

Obige Beispiele genügen wohl, unsere Behauptung zu stützen, dass bereits hierdurch der bekannte Satz Cuvier's: „que, toutes choses égales, les petits animaux ont le cerveau plus grand à proportion“, eine allgemeine Einschränkung erfährt. Er muss aber auch in sofern eine Einschränkung erfahren, als er kaum anwendbar ist bei Vergleichungen von Säugethieren, die verschiedenen Ordnungen angehören. Dies wird deutlich, wenn man sich die Verhältnisse bei einzelnen kleinen und grossen Säugern ansieht und z. B. so verfährt, dass man je ein kleines und grosses Säugethier aus ganz verschiedenen Ordnungen, die aber ein gleiches, oder wenigstens ähnliches relatives Hirngewicht aufweisen, vergleicht. Die Körperverschiedenheit kann man hier leicht durch das daneben gesetzte Körpergewicht zum Ausdruck bringen:

{ *Erinaceus europaeus*	1 : 234 —	779	gr Körpergewicht
{ *Rupicapra rupicapra*	1 : 223 —	26500	„ „ „

Mus decumanus	1 : 245	— 551	gr Körpergewicht
Equus zebra	1 : 247	— 166500	,, ,, ,,
Sciurus bicolor	1 : 116	— 1400	,, ,, ,,
Semnopithecus melalophus	1 : 116	— 9000	,, ,, ,,
Dasyurus viverrinus	1 : 121	— 730	,, ,, ,,
Canis familiaris caraibaeus	1 : 121	— 7919	,, ,, ,,
Pteropus edulis	1 : 121	— 1275	,, ,, ,,
Phocaena communis	1 : 105	— 53800	,, ,, ,,
Pteromys nitidus	1 : 136	— 1600	,, ,, ,,
Canis familiaris	1 : 146	— 12000	,, ,, ,,
Cricetus frumentarius	1 : 85	— 195	,, ,, ,,
Phoca vitulina	1 : 90	— 26250	,, ,, ,,

Die Richtigkeit meiner obigen Behauptung könnte leicht durch ähnliche überraschende Beispiele vermehrt werden.

Demgegenüber muss aber betont werden, dass der Cuvier'sche Satz zu Recht besteht, wenn man grössere und kleinere Säugethiere, die zu einer Ordnung oder einer Familie gehören, vergleicht; ganz besonders ist dies der Fall, wenn man junge und alte Individuen einer Species vergleicht.

Diesen letzten Punkt betreffend, möchte ich auf folgende Reihenfolge hinweisen:

Felis leo, 5 Wochen alt	Körpergew.	1379	Hirngew.	77	Verhältn.	1 : 18
Felis leo, 3—4 Monate alt	,,	13000	,,	163	,,	1 : 80
Felis leo, 11 Monate alt	,,	35600	,,	193	,,	1 : 184
Felis leo, ♀ erwachsen (sehr mager)	,,	68500	,,	213	,,	1 : 323
Felis leo, ♂ erwachsen	,,	119500	,,	219	,,	1 : 546

Gleiches lehrt uns eine Reihenfolge von *Felis pardus*:

Felis pardus juv.	Körpergewicht	492	Hirngewicht	48	Verhältniss	1 : 10
Felis pardus juv.	,,	2044	,,	83	,,	1 : 25
Felis pardus juv.	,,	11900	,,	110	,,	1 : 108
Felis pardus ♀	,,	23820	,,	130	,,	1 : 183
Felis pardus ♂	,,	27700	,,	164	,,	1 : 168

Zum Beweise, dass innerhalb einer Familie das relative Hirngewicht abnimmt bei Zunahme des Körpergewichtes, dienen folgende Beispiele von erwachsenen Thieren:

Felis minuta	Körpergewicht	1235	Hirngewicht	23,6	Verhältniss	1 : 56
Felis catus	,,	4157	,,	39,6	,,	1 : 105
Felis pardus	,,	27700	,,	164	,,	1 : 168
Felis concolor	,,	44000	,,	137,5	,,	1 : 320
Felis tigris ♀	,,	57800	,,	246	,,	1 : 235
Felis leo ♂	,,	119500	,,	219	,,	1 : 546

Die lange Liste von Hunden, die in unserer Tabelle nach dem Körpergewicht angeordnet sind, lehrt dasselbe, trotzdem hier die Verschiedenheit der Rasse, weit mehr als sonst bei Individuen einer Art, sich fühlbar macht.

Die kleine Liste von Affen, die hier zum Vergleiche zusammengestellt und zwar nach dem Körpergewicht geordnet ist, zeigt deutlich, dass hier ein anderes Moment hinzukommt, nämlich die artlich sehr verschiedene Entwickelung des Gehirns, deren hoher Grad beim Orang Utan verwischt scheint in Folge der enormen Körperzunahme:

Macacus nemestrinus	Körpergew.	8000	Hirngew.	117	Verhältniss	1 : 69
Semnopithecus melalophus	,,	9000	,,	77,3	,,	1 : 116
Hylobates syndactylus	,,	9500	,,	130	,,	1 : 73
Papio porcarius	,,	12000	,,	164,5	,,	1 : 74
Anthropopithecus troglodytes	,,	21090	,,	345	,,	1 : 61
Simia satyrus	,,	76500	,,	395	,,	1 : 194

Ein warmer Vertheidiger des Satzes von CUVIER ist in BRANDT[1]) aufgetreten. Es heisst bei ihm: ,,Déjà Cuvier a observé ,,,,que toutes choses égales, les petits animaux ont le cerveau plus grand à proportion.““ Dans les derniers temps on a presque oublié cette observation importante, qui, comme l'ont démontré mes recherches postérieures, peut être considerée comme une loi morphologique.“

Er beweist dies, indem er jedesmal zwei nahverwandte Arten von verschiedener Grösse vergleicht, einmal was ihr relatives Hirngewicht[2]) angeht und zweitens indem er sonderbarer Weise das Verhältniss der Länge der Rumpf-Wirbelsäule zum Längsdurchmesser der Schädelhöhle berechnet.

Ohne sich dessen scheinbar bewusst zu werden, hat er sich demnach der oben von mir geforderten Einschränkung des CUVIER'schen Satzes unterworfen, indem er jedesmal nur zwei Arten innerhalb einer engeren Familie vergleicht und zwar *Felis lynx* und *F. domestica*; *Mus decumanus* und *M. musculus*; Pferd und Esel. —

Trotzdem dies aber offenbar nicht die Ansicht CUVIER's war, geht BRANDT viel weiter als CUVIER, indem er von einem ,,loi morphologique“ spricht: ,,la loi suivant laquelle le volume relatif du cerveau diminue à mesure de l'agrandissement du corps.“

Ein zweites ,,Gesetz“ besagt nach BRANDT ,,qu'entre les individus de la même espèce les plus jeunes ont toujours le cerveau proportionellement plus grand.“

Als drittes ,,Gesetz“ stellt BRANDT auf: ,,parmi les individus du même âge

1) BRANDT, Bullet. d. l. soc. des naturalistes de Moscou. 1867. No. 2. p. 530.

2) Diese sehr sparsamen Angaben von BRANDT sind theilweise, insoweit ich sie beurtheilen kann, nicht ganz richtig. So wird das relative Hirngewicht von *Mus decumanus* zu 1 : 172, das von *Mus musculus* zu 1 : 32 angegeben. Ich beobachtete für erstere ein relatives Hirngewicht von 1 : 245 und für letztere von 1 : 49. Und hinsichtlich der Angabe 1 : 82 für *Felis domestica* fand ich in einem Falle 1 : 145.

et de la même espèce, les plus petits ont généralement un cerveau relativement plus grand.“

Hieraus schliesst BRANDT: „Les trois lois exposées, prises ensemble, peuvent être formulées ainsi: plus un animal est petit, plus il a de cerveau relativement.“

Im Gegensatze hierzu möchte ich zum Schlusse die verschiedenen Punkte, die sich aus unserer Tabelle und unseren Besprechungen ergaben, folgendermassen zusammenfassen.

1. Hinsichtlich des absoluten Hirngewichts wird der Mensch nur von den Proboscidien und Cetaceen übertroffen. Im Uebrigen überragt er alle Säugethiere.

2. Bezüglich des relativen Hirngewichts steht der Durchschnitts-Europäer günstiger, als im Allgemeinen angenommen wird, da er nur von kleinen Säugethieren übertroffen wird, die aber gleichzeitig ausgezeichnet sind durch ein relativ hohes Hirngewicht. Mit Sicherheit sind als solche bisher nur die kleinen süd-amerikanischen Affen bekannt.

3. Bei Vergleichung kleinerer und grösserer Säugethiere erhellt, dass das Gehirn nicht proportional zunimmt mit dem Körpergewicht.

4. Als Regel gilt, dass innerhalb einer natürlichen Ordnung der Säugethiere das relative Hirngewicht abnimmt bei Zunahme des Körpergewichtes, dass also, mit anderen Worten, innerhalb einer natürlichen Ordnung die kleinen Säugethiere ein verhältnissmässig grösseres Gehirn haben. Aber auch diese Regel ist nicht ohne Ausnahme.

5. Beim wachsenden Individuum nimmt das relative Hirngewicht ab, bis das Maximum des Wachsthums erreicht ist. Da das Wachsthum des Gehirns früher aufhört, als die Zunahme des Körpers, ist diese Abnahme keine gleichmässige.

UNTERSUCHUNGEN

UEBER

DAS ZAHNSYSTEM LEBENDER UND FOSSILER

HALBAFFEN

VON

DR. WILHELM LECHE

PROFESSOR DER ZOOLOGIE A. D. HOCHSCHULE ZU STOCKHOLM.

MIT TAFEL I UND 20 FIGUREN IM TEXT.

In meiner im vorigen Jahre erschienenen Arbeit „Zur Entwickelungsgeschichte des Zahnsystems der Säugethiere, Theil I, Ontogenie“, konnte ich aus Mangel an Material keine Darstellung der ontogenetischen Entwickelung des Gebisses der Halbaffen geben. Da ich jetzt über einige geeignete Embryonen und jugendliche Thiere aus dieser Ordnung verfüge, so habe ich, obgleich mein Material immer noch als spärlich zu bezeichnen ist, ihre Durcharbeitung um so eher vorgenommen, als bisher keine an mikroskopischen Schnittserien gemachte Untersuchungen über die Entwickelung des Zahnsystems dieser für die Genealogie der höchsten Säuger so allgemein herangezogenen Gruppe vorliegen. Abweichungen principieller Natur habe ich in dem Entwickelungsgange des Halbaffen-Gebisses selbstverständlich weder erwartet noch gefunden; dagegen haben sich — ausser einigen für die Erkenntniss des Halbaffen-Gebisses anwendbaren Thatsachen — besonders in Bezug auf die schliessliche Resorption der Schmelzleiste und die Entwickelung der hinteren Molaren Befunde ergeben, welche eine willkommene Ergänzung zu meinen in der oben citirten Arbeit niedergelegten Beobachtungen bilden. In diesem Sinne sind also die vorliegenden Untersuchungen als eine Ergänzung der oben citirten Arbeit zu bezeichnen.

Ein folgender Abschnitt enthält meine schon vor mehreren Jahren angefangenen Untersuchungen über die Morphologie des Milchgebisses der Halbaffen. Hieran wiederum schliesst sich eine vergleichende Darstellung des Zahnsystems zweier fossilen Halbaffen, *Microchoerus* (*Necrolemur*) und *Adapis*, von welchen Formen mir ein besonders günstiges, neue Aufschlüsse gebendes Material vorliegt.

Schon jetzt möchte ich betonen, dass ich die folgenden Studien keineswegs als abgeschlossene betrachtet wissen möchte. Hier ist nur angestrebt worden, durch eine vergleichende Darstellung die bisher fehlende, empirische Basis für die Beurtheilung des Milchgebisses dieser in mehrfacher Hinsicht so bedeutungsvollen Thiergruppe zu gewinnen, sowie die Stellung der fossilen Formen zu den lebenden näher zu fixiren. Die vollständige Verwerthung der festgestellten Thatsachen, d. h. die Erkenntniss der Beziehungen des Halbaffengebisses zu demjenigen nächstverwandter Formen und die sich daraus ergebenden genealogischen Schlüsse hoffe ich in dem zweiten, dem phylogenetischen, Theile meiner oben erwähnten Arbeit geben zu können.

Ontogenie.

Lückenlose Frontalschnittserien sind von *Tarsius spectrum, Chirogaleus smithii, Galago demidoffi* und *Lemur sp.* untersucht worden.

Tarsius spectrum.

Die Zahnformel ist:

	2.	3.		1.		2.	3.	4.				
J	2.	3.	C	1.	P	2.	3.	4.	M	1.	2.	3.
	2.			1.		2.	3.	4.		1.	2.	3.
	2.			1.		2.	3.	4[1]).				

Die morphologische Berechtigung dieser Formel erhellt aus der nachfolgenden Untersuchung.

Die Kiefer folgender Stadien wurden an lückenlosen Frontalschnittserien untersucht:

Stadium A: Nackter Embryo, Länge vom Scheitel zur Schwanzwurzel 28 mm
„ B: Schwach behaarter Embryo, do 41 „
„ C: Junges Thier. Schwach behaart, blind do 54 „

Dieses werthvolle und vorzüglich konservirte Material verdanke ich der Liberalität meines Freundes, Herrn Professor Hubrecht in Utrecht.

Oberkiefer.

Stadium A. Jd 2[2]) ist allen übrigen weit vorangeeilt, indem er allein bereits stark verkalkt und der Schmelzkeim sehr reducirt ist. Cd und Pd 4 haben das

---

1) Ich bediene mich hier und im Folgenden der praktischen von Winge (I) eingeführten Schreibweise der Zahnformel, in welcher die Beziehungen der Milchzähne (klein gedruckt) zu den Ersatzzähnen (grösserer Druck) klar hervortreten.

2) Wie in meinen früheren Arbeiten bezeichne ich mit J die Schneide-, mit C die Eckzähne, mit P die Prämolaren und mit M die Molaren, die entsprechenden „Milchzähne" mit Jd, Cd, und Pd.

glockenförmige Schmelzkeimstadium[1]) erreicht und sich fast völlig von der Schmelzleiste abgeschnürt, wogegen bei Jd 3 und Pd 3 noch ein starker Zusammenhang zwischen Schmelzkeim und Schmelzleiste besteht. Am wenigsten entwickelt sind Pd 2 und M 1, welche im Anfange des glockenförmigen Schmelzkeimstadiums stehen. Von der Gegend der Jd 3 an hängt die Schmelzleiste nach hinten noch mit dem Mundhöhlenepithel zusammen; theilweise ist sie am tiefsten Ende stark angeschwollen, ohne dass auf diesem Stadium ein Schmelzkeim des Ersatzgebisses gebildet wäre.

Im Stadium B haben die übrigen Milchzähne — ausser Pd 3 — den Jd 2 fast eingeholt, indem Jd 2 und 3, Cd, Pd 2 und 4 alle sehr stark verkalkt sind und vom Schmelzkeim nur das innere Schmelzepithel übrig ist; bei Jd 2 ist auch dieses bereits stark rückgebildet. Am wenigsten avancirt ist Pd 3, indem bei ihm noch die Schmelzpulpa erhalten ist. Von den Ersatzzähnen stehen J 2 und P 2 auf dem glockenförmigen, C und P 4 auf dem Uebergange vom kappen- zum glockenförmigen und J 3 auf dem kappenförmigen Schmelzkeimstadium; P 3 tritt eben erst als eine Verdickung der Schmelzleiste auf. Die Schmelzleiste ist in der ganzen Kieferlänge erhalten, hängt aber nirgends mehr mit dem Mundhöhlenepithel zusammen. Bei M 1 und M 2 sind Hartgebilde angelegt; M 3 liegt als kappenförmiger Schmelzkeim lingualwärts vom hinteren Ende des M 2.

Im Stadium C sind alle Milchzähne — mit Ausnahme von Pd 2 — so weit ausgebildet, dass sie sich anschicken, das Zahnfleisch zu durchbrechen; Pd 2 ist völlig resorbirt, ohne Spuren zu hinterlassen. Von den Ersatzzähnen sind J 2 und P 2 stark, J 3 weniger stark verkalkt; bei C sind die Hartgebilde eben erst aufgetreten; P 4 steht auf dem glockenförmigen Stadium und P 3 im Anfange dieses Stadiums. Die Schmelzleiste ist in der Gegend des J 2 verschwunden; lingualwärts von J 3 ist ein letzter Rest derselben, allem Anscheine nach ihr tiefes angeschwollenes Ende erhalten. Der weniger weit entwickelte C steht im Begriff, sich von der Schmelzleiste, deren oberflächlicher Theil schon verschwunden ist, abzuschnüren. Von P 2 ab erhält sich die Schmelzleiste mit angeschwollenem Ende in allen Zwischenräumen zwischen den Anlagen der Ersatzzähne. M 3 liegt hier in einem Entwickelungszustande vor, wie er bisher noch nicht beobachtet worden ist (Textfig. 1): er befindet sich theilweise lingualwärts, theilweise hinter M 2

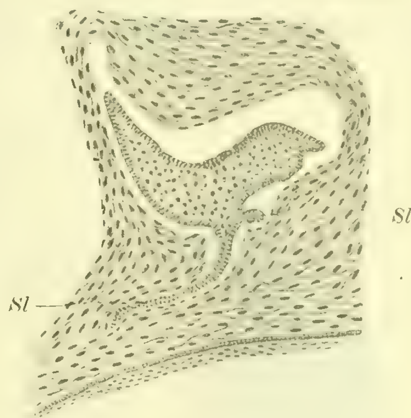


Fig. 1.
Tarsius spectrum. Stadium C. Oberer M 3. *Sl'* tiefes Schmelzleistenende. Vergrösserung $^{50}/_{1}$. — Diese sowie alle die folgenden bis Fig. 12 sind mit Hilfe der Camera lucida entworfene Frontalschnitte und so orientirt, dass die rechte Seite vom Leser der lingualen Fläche, die linke der labialen entspricht.

1) Bezüglich der Bezeichnungen des Ausbildungsgrades des Schmelzkeimes siehe meine frühere Arbeit pag. 14.

und steht auf dem glockenförmigen Stadium; das tiefe Schmelzleistenende (*Sl'*) ist als starke, schmelzkeimähnliche Knospe von dem oberflächlichen Theile abgeschnürt, ganz wie bei den anderen Molaren.

Unterkiefer.

Stadium A. J d 2[1]) ist nicht nur den übrigen unteren Milchzähnen in der Entwickelung weit vorangeeilt, sondern ist selbst noch etwa reifer als der obere J d 2; er ist stark verkalkt und vom Schmelzkeim ist nur noch das innere Schmelzepithel übrig; der Entwickelungsstufe nach folgt Pd 2, Cd, Pd 4 und Pd 3, welcher letztere im Anfange des glockenförmigen Stadiums steht. Die Entwickelung des Ersatzgebisses ist weiter vorgeschritten als im Oberkiefer: J 2 steht auf dem Uebergange vom knospen- zum kappenförmigen Stadium, P 2 ist knospenförmig und P 3 wenigstens angedeutet. Die Schmelzleiste steht zum grössten Theil in Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel.

Bezüglich des Stadiums B sei nur bemerkt, dass hier sämmtliche Ersatzzähne schon angelegt sind: J 2 ist glockenförmig mit Verkalkung, P 4 und C stehen auf dem Uebergange vom kappen- zum glockenförmigen Stadium, P 2 und 3 sind knospenförmig, somit eigenthümlicher Weise P 2 nicht weiter entwickelt als auf Stadium A. Der schwach verkalkte M 2 verhält sich in seinen Beziehungen zur Schmelzleiste ganz wie die Ante-Molaren, d. h. das angeschwollene Ende derselben liegt an der lingualen, nicht an der oberflächlichen Peripherie des Schmelzkeimes. M 3 ähnlich wie im Oberkiefer.

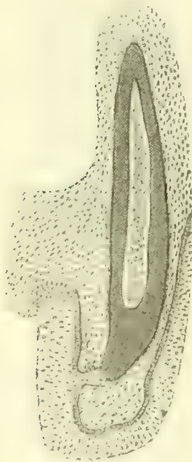


Fig. 2.

Tarsius spectrum. Stad. C. Unterer J 2. Vergröss. 50/1.

Stadium C. Die Milchzähne sind dem Durchbruche nahe; Pd 2 ist resorbirt, ohne Spuren zu hinterlassen. Von den Ersatzzähnen ist C am weitesten entwickelt, da vom Schmelzkeime nur noch das innere Schmelzepithel übrig ist, er hat J 2 überholt; bei J 2, P 2 und P 4 sind schon Hartgebilde angelegt, während P 3 erst im Anfange des glockenförmigen Stadiums steht. Eine Eigenthümlichkeit, welche ich bisher nirgends beobachtet habe, findet sich bei J 2 (Textfig. 2): ein Zapfen senkt sich von dem aus glasklaren Zellen bestehenden Mundhöhlenepithel in das Bindegewebe und umfasst die Spitze des J 2. Die Deutung dieses Befundes erscheint mir unsicher; jedenfalls hat diese Epitheleinstülpung nichts mit der Schmelzleiste zu thun. Vielleicht handelt es sich um eine Art mechanischer Vorbereitung für den bald erfolgenden Durchbruch des Zahnes, wenngleich der Umstand, dass Aehnliches bei den übrigen, ebenfalls bald durchtretenden Zähnen nicht vorkommt, diese Deutung wenig empfiehlt. — Bemerkenswerth ist das Verhalten der Schmelzleiste: dieselbe steht vor P 3 in keinem Zusammenhange mehr mit den Schmelzkeimen, hat sich aber

1) Die Homologisirung dieses Schneidezahns ist provisorisch.

noch als kurze, mit schwach angeschwollenem Ende versehene Leiste, welche lingualwärts von den Ersatzzähnen liegt, erhalten. Lingualwärts vom vorderen



Fig. 3.

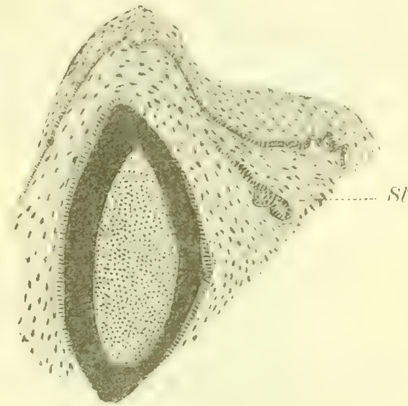


Fig. 4.

Tarsius spectrum. Stadium C. Von den beiden Schnitten ist der in Fig. 3 dargestellte der vordere. *x* Knospenförmiger Schmelzkeim, welcher nicht zur Entwickelung gelangt, lingualwärts vom vorderen Ende des unteren *Cd*. *Sl'* tiefes Schmelzleistenende. Vergr. $^{50}/_{1}$.

Ende des Cd ist an derselben ein gut ausgebildeter knospenförmiger Schmelzkeim ausgebildet. Dass dieser Schmelzkeim deutlich von der gewöhnlichen Anschwellung der Schmelzleiste abgesetzt ist, geht aus einem Vergleiche zwischen ihm und der Schmelzleiste hervor, wie diese sich auf den dahinter liegenden Frontalschnitten präsentirt. (Textfigg. 3 und 4.) Wahrscheinlich ist dieser Schmelzkeim als der Rest eines während der Stammesentwickelung des *Tarsius* verloren gegangenen Schneidezahns (J 3 oder Jd 3?) aufzufassen. In der in Fig. 4 abgebildeten Form erhält sich die Schmelzleiste ununterbrochen bis P 2, mit welchem sie auf kurzer Strecke in Verbindung steht, um dann den Schmelzkeim des P 3 aus sich hervorgehen zu lassen. Der glockenförmige Schmelzkeim des P 4 steht im Begriff sich von der Schmelzleiste abzulösen. Der Vorgang bei der Abschnürung ist hier besonders deutlich zu verfolgen. (Textfig. 5). Es wird kein Theil der eigentlichen Schmelzpulpa abgeschnürt, wie dies z. B. beim Menschen nach LJUNGGREN's[1]) (pag. 13) inter-


Fig. 5.
Tarsius spectrum. Stadium C. Unterer P 4. Vergröss. $^{90}/_{1}$.

1) Hier und im Folgenden beziehen sich die Autorennamen auf das nachfolgende Verzeichniss der citirten Litteratur.

essanten Beobachtungen der Fall sein kann. Ferner bemerken wir, wie das Cylinderepithel sich von dem tiefen Theile herausbildet. Die Schmelzleiste, von welcher der Ersatzzahn sich abschnürt, macht in keiner Weise den Eindruck eines schon verbrauchten, produktionsunfähigen Organs. Ferner sehen wir an diesem Schmelzkeime vom äusseren Schmelzepithel ausgehende Epithelialsprossen, denen ähnlich, welche Waldeyer und Kölliker beim Menschen und Kalbe abgebildet haben, und zwar in besserer Entwickelung als ich sie bei anderen von mir untersuchten Formen angetroffen habe (siehe auch bei *Galago*). M 3 verhält sich wie im Oberkiefer.

Chirogaleus smithii.

Die Zahnformel für diese sowie die anderen auf Schnitten untersuchten Halbaffen ist:

	J	C	P	M
	1. 2.	1.	2. 3. 4.	
	1. 2.	1.	2. 3. 4.	1. 2. 3.
	1. 2.	1.	2. 3. 4.	1. 2. 3.
	1. 2.[1])	1.	2. 3. 4.	

Die Kiefer folgender Individuen wurden an lückenlosen Frontalschnitten untersucht.

Stadium A. Zwei junge Thiere, schwach behaart, blind; Jd, Cd und unterer P 2 haben das Zahnfleisch durchbrochen. Länge vom Scheitel zur Schwanzwurzel 45 und 46 mm.

Stadium B. Vollständig haarbekleidet; Augenlider unvollständig geöffnet; alle Milchzähne durchgebrochen. Länge vom Scheitel zur Schwanzwurzel 53 mm.

Oberkiefer.

Stadium A. Als fast oder ganz ausgebildet übergehe ich hier die Milchzähne. Bemerkenswerth ist der verschiedene Ausbildungsgrad der Ersatzzähne: J 1, J 2 und C stehen auf dem glockenförmigen Schmelzkeimstadium mit schon starken Hartgebilden, P 2 ebenso, aber ohne Hartgebilde, P 4 ist noch knospenförmig und P 3 nur durch eine Anschwellung der Schmelzleiste angedeutet. Von besonderem Interesse ist die Verfolgung des allmählichen Schwindens der Schmelzleiste, wie sie hier und im folgenden Stadium nachzuweisen ist. So sehen wir oberflächlich vom vordersten Ende des J 1 — und Aehnliches wiederholt sich bei J 2 — den letzten Rest der fast oder völlig vom Schmelzkeime getrennten Schmelzleiste, nämlich deren tiefen Theil mit lingualwärts gerichteter „Knospe“ am tiefen Ende (Textfig. 6).

1) Die Homologisirung der Schneidezähne ist noch zweifelhaft.

Nicht minder charakteristisch ist das Verhalten der Schmelzleiste bei C: noch nicht vollständig von diesem abgelöst, hat sich das stark angeschwollene tiefe Ende sowie

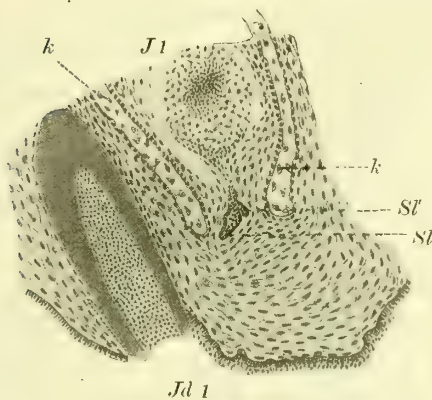


Fig. 6.

Chirogaleus smithii. Stadium A. Oberer *Jd 1* und *J 1*. *Sl* Schmelzleiste, *Sl'* tiefes Ende derselben. *k* Kieferknochen. Vergrösserung $^{50}/_{1}$.

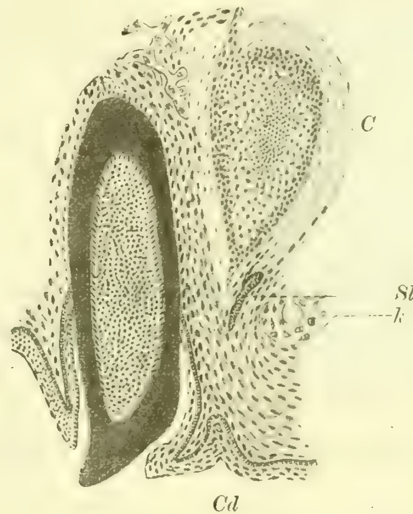


Fig. 7.

Chirogaleus smithii. Stadium A. Oberer *Cd* und *C*. *Sl* Schmelzleiste. *k* Kieferknochen. Vergrösserung $^{50}/_{1}$.

ein bedeutenderes Stück des oberflächlicheren Schmelzleistentheiles erhalten (Textfig. 7). Mit dem Schmelzkeime des P 2, welcher viel weniger weit als die vorhergehenden avancirt ist, steht die Schmelzleiste noch im deutlichen Zusammenhange; an der



Fig. 8.



Fig. 9.

Chirogaleus smithii. Stadium A. Zwei unmittelbar auf einander folgende Frontalschnitte durch den oberen P 2 mit Schmelzleiste. Vergrösserung $^{90}/_{1}$.

Abschnürungsstelle ist an der Leiste eine sehr starke Anschwellung, welche auf den einzelnen Schnitten ein etwas verschiedenes Aussehen hat, entwickelt, wie aus den

abgebildeten Schnitten (Textfigg. 8 u. 9) ersichtlich, welche beide der Mitte des Schmelzkeimes an der Stelle, wo die Emancipation von der Leiste zuletzt eintritt, entnommen sind. Besonders möchte ich bei dieser Gelegenheit darauf aufmerksam machen, dass, wie aus den Abbildungen zu ersehen, die besagten Anschwellungen, die Knospen nicht aus dem Schmelzkeim, sondern aus den unveränderten Epithelzellen der Leiste hervorgehen. Lingualwärts von Pd 3 erhält sich die Schmelzleiste nur neben dem mittleren und hinteren Theile des Zahnes mit deutlicher Anschwellung am tiefen Ende, also erst mit einer Andeutung des P 3. Weder hier noch im übrigen Theile steht die Schmelzleiste im Zusammenhange mit dem Mundhöhlenepithel. Im Gegensatz zu anderen von mir untersuchten Säugethieren, wie vor Allem *Erinaceus* und auch *Tarsius* (siehe oben pag. 130), erfolgt also bei *Chirogaleus* die Differenzirung des Ersatzzahnes erst, nachdem der oberflächliche Theil der Schmelzleiste bereits resorbirt ist.

Stadium B. Während an J 1, J 2 und C nur noch wenig Schmelzpulpa vorhanden und P 4 glockenförmig ist, ist P 2 wenig weiter als auf dem vorigen Stadium entwickelt; P 3 steht auf dem Anfange des kappenförmigen Schmelzkeimstadiums. Von Interesse ist die Verfolgung der im vorigen Stadium eingeleiteten Reduktion der Schmelzleiste in der Region der vorderen Zähne. So finden wir oberflächlich von J 1 in der von dem Knochen gebildeten Kieferrinne einen schwachen Rest der Schmelzleiste (jedenfalls ihres tieferen Theiles) von jeglicher Verbindung mit dem Zahne abgeschnitten; vergleiche Textfig. 10 mit Fig. 6. Durch Verschluss der Kieferrinne oberflächlich vom hinteren Theile des J 1 geht auch dieser Rest zu Grunde. Aehnlich ist das Verhalten bei J 2 und C. Die fast gänzlich vom Schmelzkeim des P 2 abgeschnürte Leiste trägt hier im Gegensatze zu dem Verhalten im Stadium A (vergl. Textfig. 8, 9) keine „Knospe" am tiefen Ende. Ueber M 1 und M 2, wo die Schmelzleiste bereits verschwunden ist, kommen „Epithelperlen" vor, ganz in der Art wie sie beim Menschen so häufig sind; ihr Ursprung als sekundäre Ablösungen vom Mundhöhlenepithel, welche niemals etwas mit der Schmelzleiste, resp. der Zahnbildung zu thun gehabt haben, lässt sich hier in evidenter Weise konstatiren. Die Entwickelungsstufe des M 3 entspricht völlig dem im Stadium C des *Tarsius* (siehe oben pag. 127) beschriebenen Befunde.

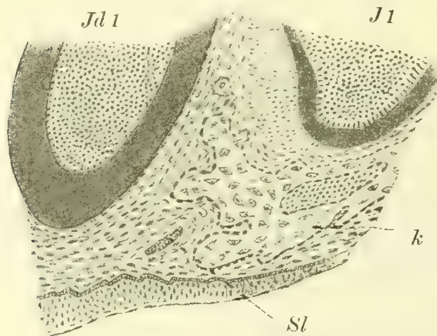


Fig. 10.
Chirogaleus smithii. Stadium B. Oberer *Jd 1* und *J 1*. *Sl* Schmelzleiste. *k* Knochen. Vergösserung $^{50}/_{1}$.

Unterkiefer.

Stadium A. J 1, J 2, C und P 2 sind weiter entwickelt als im Oberkiefer. In der Region der vorderen Zähne kommen keine Schmelzleistenreste vor. Sonst wie im Oberkiefer.

Im Stadium B ist besonders das Verhalten der Schmelzleiste in der Region derjenigen Zähne lehrreich, welche von vollständigen Alveolen umschlossen werden, wie z. B. bei C und P 2: ein winziges, in diesem Falle wahrscheinlich produktionsunfähiges Stück der Leiste ist vom Zahn durch den Knochen getrennt (Textfig. 11). M 3, an dem bereits Hartgebilde auftreten, liegt völlig hinter M 2, während der vordere Theil des entsprechenden oberen Zahnes noch medialwärts von M 2 liegt. Die Schmelzleiste verhält sich zum M 3 ganz so wie zu den übrigen Molaren.

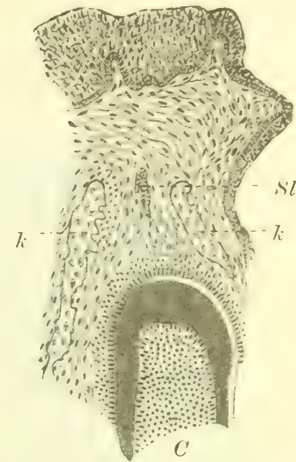


Fig. 11.
Chirogaleus smithii. Stadium B. Unterer *C*. *Sl* Schmelzleiste. *k* Knochen. Vergrösserung $^{50}/_{1}$.

Galago demidoffi.

Zahnformel wie bei *Chirogaleus*. Die an Frontalschnittserien untersuchten Kiefer gehören einem neugeborenen, schwach behaarten, blinden Thiere an, bei dem noch keine Zähne das Zahnfleisch durchbrochen haben. Länge vom Scheitel zur Schwanzwurzel 43 mm.

Im Oberkiefer sind C und P 2 am weitesten entwickelt (glockenförmig), J 1 steht auf dem Uebergange vom knospen- zum kappenförmigen Stadium, J 2 ist knospenförmig, P 4 eben knospenförmig angelegt, P 3 noch nicht differenzirt. In Bezug auf die Schmelzleiste mag bemerkt werden, dass dieselbe im Gebiete der Schneidezähne noch mit dem Mundhöhlenepithel zusammenhängt, d. h. noch vollständig ist, während bei den Prämolaren, welche theilweise weniger weit entwickelt sind als jene, dieser Zusammenhang bereits aufgehört hat.

Im Unterkiefer ist P 3 als knospenförmiger Schmelzkeim differenzirt, sonst wie im Oberkiefer. Ebenso wie bei *Tarsius* (Stadium C, Unterkiefer siehe pag. 132) sind auch hier und zwar an M 1 „Epithelialsprossen" ganz besonders kräftig entwickelt. Die freie Schmelzleistenknospe oberflächlich vom M 2 ist so stark entwickelt, dass dieselbe als knospenförmiger Schmelzkeim angesprochen werden kann.

Lemur sp.

Zahnformel wie bei *Chirogaleus.* Die an Frontalschnittserien untersuchten Kiefer gehören einem neugeborenen Jungen an, der dieselben Charaktere wie *Galago* (pag. 135) aufweist. Länge vom Scheitel zur Schwanzwurzel 88 mm. Dieses Thier ist vor Allem durch die späte Entwickelung der Ersatzzähne ausgezeichnet, da sowohl oben wie unten nur J 1, J 2 und C eben als knospenförmige Schmelzkeime angelegt sind, während die Prämolaren nur durch eine ganz leichte Verdickung des tiefen Schmelzleistenendes angedeutet sind. Die Schmelzleiste verhält sich zu M 1 ganz wie zu Pd 4; das Leistenende ist bei beiden gleich verdickt, ein Umstand, welcher für die Auffassung der Molaren als dem Milchgebiss angehörend von Bedeutung sein dürfte. Die erste Anlage des M 2 erfolgt in entsprechender Weise wie diejenige des M 3: wie aus der nebenstehenden Textfig. 12 zu ersehen, zeigt das tiefe Ende der Schmelzleiste oberflächlich vom hintersten Theile des M 1 eine deutliche Verdickung, aus welcher M 2 hervorgeht.

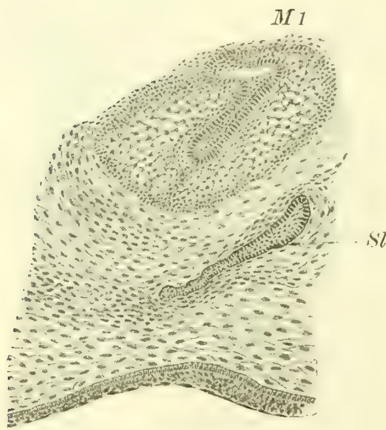


Fig 12.
Lemur sp. Oberer *M1*. *Sl* Schmelzleiste mit knospenförmigen Schmelzkeime des *M2*. Vergrösserung $^{50}/_{1}$.

Aus den obigen Untersuchungen mögen folgende Punkte hervorgehoben werden:

1. Bei *Tarsius* löst sich die Schmelzleiste vom Mundhöhlenepithel ab, bevor der Schmelzkeim des permanenten Zahnes angelegt ist (vergleiche meine früheren Ausführungen pag. 134).

2. Die Schmelzleiste ist ihrem Baue nach zu urtheilen produktionsfähig meist auch nach ihrer Ablösung von dem Schmelzkeime für den Ersatzzahn.

3. Die „Knospen“ lingualwärts von den Schmelzkeimen der Ersatzzähne werden von der Schmelzleiste, nicht von den Schmelzkeimen gebildet, wie dies besonders deutlich durch die Befunde bei *Chirogaleus* illustrirt wird (Textfig. 8, 9).

4. Bezüglich der Art und Weise der schliesslichen Reduktion der Schmelzleiste verweise ich auf die obigen Ausführungen pag. 132—134 und die Textfigg. 6, 7, 10, 11.

5. Bei allen untersuchten Halbaffen entwickelt sich das Gebiss früher im Unter- als im Oberkiefer.

6. Bezüglich der Anlage und Ausbildung des M 3 vergleiche pag. 129 und Fig 1. Die Anlage des M 2 erfolgt in entsprechender Weise wie diejenige des M 3.

7. Bei *Tarsius*, *Chirogaleus* und *Galago* erfolgt die Entwickelung des P 3 sowohl im Ober- als Unterkiefer bemerkenswerth spät.

8. Bei *Tarsius* ist ein unterer Schneidezahn angelegt, der nie zur Reife kommt (Textfig. 3).

Morphologie des Milchgebisses.

I. Lemuridae.

Blainville beschreibt (pag. 43—44)[1]) und bildet Schädel mit Milchgebiss von *Lemur* und *Propithecus* ab, während Owen (pag. 439) nur die Anzahl der Milchzähne bei *Lemur* aufzählt. Kurze Angaben (ohne Abbildungen) über Milchgebiss beim letzteren und bei *Microcebus furcifer* macht Mivart. V. d. Hoeven beschreibt (pag. 26) und bildet das Milchgebiss bei *Perodicticus* ab. Nur der Vollständigkeit halber seien hier Murray's wenig glückliche Abbildung und Beschreibung der Milchzähne bei *Galago murinus* (*demidoffi*) erwähnt. Gervais (pag. 169) bildet die Milchzähne bei *Hapalemur* ab, ohne sie zu beschreiben. Von *Chiromys* verdanken wir Peters (pag. 85) eine anerkannt vorzügliche Darstellung des Milchgebisses mit Abbildungen. Milne-Edwards (pag. 28) giebt eine ungenügende Beschreibung, aber recht brauchbare Abbildungen vom Milchgebisse aller *Indrisinae*; von vier Lemur-Arten sind bisher nur die Abbildungen erschienen. Kurze allgemein gehaltene Angaben macht Winge (I pag. 34); in seiner späteren Arbeit (II) wird nur die Anzahl der Milchzähne angeführt. Forsyth Major (pag. 24) beschreibt die Reihenfolge im Zahnwechsel des *Chirogaleus milii*. Am betreffenden Orte in der nachfolgenden Darstellung werde ich die Mehrzahl der obigen Angaben zu berücksichtigen haben.

Wie aus dieser Uebersicht hervorgeht, bestehen — ebenso wie in Bezug auf die Mehrzahl der übrigen Säugethierordnungen — die bisher vorliegenden Angaben über die Beschaffenheit des Milchgebisses bei den Halbaffen meist aus gelegentlichen, zum grössten Theile sehr dürftigen Angaben, welche sich als völlig unzureichend erweisen, wenn es sich um Gewinnung einer morphologischen Einsicht handelt. Eine zusammenhängende Darstellung, welche die morphologisch wichtigeren Punkte hervorhebt und innerhalb der Ordnung vergleichend verwerthet, wird desshalb in der folgenden Untersuchung angestrebt. Für eine Darstellung liegen von *Lemuridae*[2]) folgende Exemplare mit mehr oder minder vollständigem Milchgebiss vor:

---

1) Vergleiche das Verzeichniss der citirten Litteratur am Schlusse dieser Arbeit.

2) *Tarsius* sowie die fossilen Formen werden aus praktischen Rücksichten für sich besprochen werden.

Lemur macaco 1 Exemplar,
Lemur catta 1 Exemplar,
Lemur varius 1 Exemplar,
Lemur mongoz 1 Exemplar,
Hapalemur griseus 2 Exemplare,
Lepidolemur mustelinus 2 Exemplare,
Chirogaleus milii 1 Exemplar,
Chirogaleus smithii 3 Exemplare,
Galago demidoffi 2 Exemplare,
Galago crassicaudatus 3 Exemplare,
Galago sp. 1 Exemplar,
Propithecus verreauxi 1 Exemplar,
Propithecus diadema 2 Exemplare,
Avahis laniger 1 Exemplar,
Nycticebus tardigradus 3 Exemplare.

Die untersuchten Exemplare gehören den Museen zu Berlin, Leiden und London, sowie dem zootomischen Institut der Hochschule zu Stockholm an.

Oberkiefer.

Jd

stimmen bei *Lemur*, *Hapalemur*, *Galago* und *Indrisinae* in der Form mit J überein, sind aber schwächer. Bei *Chirogaleus smithii* dagegen sind Jd 1[1]) und Jd 2 etwa gleich dick (im Querdurchmesser) und stiftförmig, während J 1 bedeutend stärker als J 2 ist; das Milchgebiss verhält sich also in dieser Beziehung wie J bei *Galago*, *Loris* und *Perodicticus*[2]).

Bei *Hapalemur* haben Jd eine normalere Stellung als J, indem die ersteren in der Zahnreihe stehen, während J hinter einander gestellt sind. Bei einem Exemplare ist die Krone des Jd 1 zweispitzig, des Jd 2 dreigekerbt.

Bei *Lepidolemur* fehlen, wie bekannt, beim erwachsenen Thiere die oberen Schneidezähne; b e m e r k e n s w e r t h i s t d e s s h a l b d a s V o r k o m m e n e i n e s s t i f t f ö r m i g e n o b e r e n J d, welcher dem Jd 2 zu entsprechen scheint (Textfig. 14).

Cd.

Von dem typischen Eckzahnhabitus weicht C bei *Hapalemur* ab, indem er wenig

1) Bezüglich der benutzten Zahnformel siehe oben pag. 132.
2) Bei *Galago* verhalten sich Jd ebenso; letztere sind mir bei *Loris* und *Perodicticus* unbekannt.

höher als P 2, aber länger[1]) als ein typischer Eckzahn ist (vergleiche die Abbildung bei MIVART pag. 613); diese Prämolaren-Aehnlichkeit ist noch ausgeprägter bei Cd. Ebenso verhält C sich bei *Indris* und *Avahis*, beim letzteren schwankt C stark zwischen Eckzahn- und Prämolarentypus nach MILNE-EDWARDS' Abbildungen (Taf. 45, 46) zu urtheilen; Cd ist C ähnlich, aber sehr schwach.

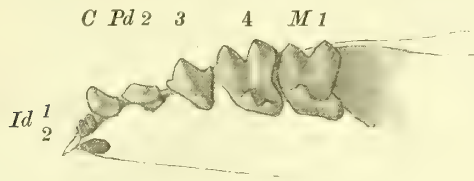


Fig. 13.



Fig. 14.

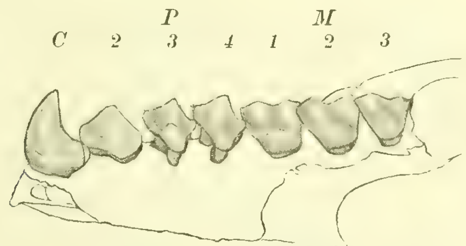


Fig. 15.

Fig. 13. *Galago sp.* Milchgebiss 3/1 nat. Gr. Fig. 14 und 15 *Lepidolemur mustelinus*; Fig. 14 Milchzähne, Fig. 15 Permanente Zähne des Oberkiefers. Die Kieferstücke sind von innen und oben dargestellt und zwar derart, dass sowohl die Beschaffenheit der Kauflächen als auch die relativen Grössenverhältnisse erkennbar sind. 2/1 nat. Grösse.

Mehr eckzahnartig, aber zweiwurzelig ist C bei einem mir vorliegenden Exemplare von *Lemur varius*; dasselbe scheint bei dem von MILNE-EDWARDS (Taf. 184 Fig. 1) abgebildeten Exemplare dieser Art der Fall zu sein: dem einzigen Lemuriden mit zweiwurzeligem C. Cd hat bei derselben Art bemerkenswerther Weise nur eine Wurzel. Dagegen hat Cd bei allen drei Exemplaren von *Galago crassicaudatus* zwei Wurzeln, bei *Galago demidoffi* und *sp.* wiederum nur eine, was auch stets (*Gal. crassicaudatus*, *senegalensis*) der Fall bei C ist.

Bei *Chirogaleus smithii* und *milii* lässt Cd eine deutliche Annäherung an den nachfolgenden Pd 2 erkennen, indem er nur wenig kürzer und höher als dieser ist, während C als typisch eckzahnartig wesentlich vom P 2 abweicht. Dagegen verhält sich bei *Lepidolemur mustelinus* Cd zu Pd 2 wie C zu P 2 (Textfig. 14, 15).

Pd 2.

Dieser Zahn ist stets kleiner als sein Nachfolger P 2.

Bei *Lemur mongoz* und *varius* gleicht Pd 2 dem P 2, doch hat Pd 2 zwei

1) Mit Zahnhöhe wird hier und im Folgenden die Ausdehnung in vertikaler Richtung, mit Zahnlänge diejenige in der Richtung des Kiefers bezeichnet.

getrennte Wurzeln, während bei P2 innerhalb dieser Gattung alle Uebergänge von zwei getrennten Wurzeln zu einer einheitlichen, welche aus dem Verwachsen von zwei entstanden ist, vorkommen. *Hapalemur* verhält sich entsprechend: Pd 2 hat zwei divergirende, P 2 zwei völlig verwachsene Wurzeln. Gewissermaassen im Gegensatz hierzu steht *Galago*, wo P 2 stets zwei Wurzeln hat, während Pd 2 bei *Galago sp.* nur eine, bei *G. demidoffi* zwei verwachsene, bei *G. crassicaudatus* zwei getrennte Wurzeln hat. Hieraus geht somit hervor, dass die Entwickelung dieses Zahnes innerhalb der *Lemuridae* in verschiedenen Richtungen geht, indem bei einigen (*Galago*) P 2, bei anderen (*Lemur*, *Hapalemur*) Pd 2 den am meisten ausgebildeten Wurzeltheil haben. Ein solcher Fall mag vor voreiligen Verallgemeinerungen warnen!

Meist (*Lemur*, *Hapalemur*, *Chirogaleus milii*) ist Pd 2 länger im Verhältniss zur Höhe als P 2, oder mit anderen Worten Pd 2 ist dem nachfolgenden Pd 3 ähnlicher als P 2 dem P 3. Der Unterschied ist besonders bemerkbar bei den grösseren *Chirogaleus*-Arten, wo P 2 eine bedeutende Höhe erreichen kann (so besonders bei *Ch. furcifer*); dass eine solche Gestaltung des P 2 eine sekundäre Erscheinung ist, geht aus dem Verhalten im Milchgebiss hervor. Bei den kleineren *Chirogaleus*-Arten (z. B. *Ch. smithii*) existirt kein Unterschied in der Form des P 2 und Pd 2.





Fig. 16. Fig. 17.
Lepidolemur mustelinus.
Fig. 16 Oberer *P2*; Fig. 17 Oberer *Pd 2*. beide von der Medialfläche. $^2/_1$ nat. Grösse.

Bei *Lepidolemur mustelinus* ist von Pd 2 zu P 2 ein greifbar progressiver Entwickelungsprocess zu konstatiren: bei P 2 (Textfig. 16) ist als Anfang eines Innenhöckers eine gegen die Hauptspitze[1]) aufsteigende gut umschriebene Leiste an der lingualen Kronenfläche vorhanden; diese Leiste setzt sich auf die Wurzel bis zu deren Spitze fort und bildet offenbar den Anfang zu einer Innenwurzel. Dass diese Deutung richtig ist, geht unter Anderem aus dem Verhalten beim Pd 3 des *Chirogaleus milii* hervor (siehe unten); dass eine regressive Entwickelung in anderer Weise eingeleitet wird, erhellt aus dem Verhalten beim oberen Pd 3 von *Tarsius* (siehe unten). Pd 2 (Textfig. 17) zeigt keine Spur einer solchen Bildung: die Wurzel ist vollkommen einheitlich, eine Leiste fehlt vollständig.

Bei *Propithecus* (Fig. I), bei dem wie bei allen *Indrisinae* P 2 bekanntlich fehlt, kommt ein rudimentärer Pd 2 vor; er ist 1 mm hoch, stiftförmig, mit kaum abgesetzter runder Krone. Wahrscheinlich durchbricht er nie das Zahnfleisch. Diesen Zahn, welcher bisher nicht beobachtet ist, fand ich nur bei einem der von mir untersuchten Exemplare und zwar nur auf der einen Seite.

1) Um den Bezeichnungen der Kronenhöcker jeden theoretisirenden Beigeschmack zu nehmen, habe ich hier und im Folgenden möglichst unschuldige, aber allgemein verständliche Benennungen gewählt.

Pd 3

ist immer kleiner als P 3, aber meist (*Lemur*, *Hapalemur*, *Lepidolemur*, *Chirogaleus smithii*, *Galago*, *Nycticebus*) mit diesem übereinstimmend (Textfig. 14, 15).

Abweichend verhält sich *Chirogaleus milii*: Pd 3 besitzt einen Innenhöcker, welcher sich als Leiste bis an die Hauptspitze fortsetzt und von einer besonderen Wurzel getragen wird; ausserdem hat er zwei äussere Wurzeln. P 3 hat einen gut ausgebildeten Innenhöcker ohne Leiste, und die drei Wurzeln sind verwachsen, die Trennungsspuren aber noch sichtbar. Pd 3 hat also hier noch den ursprünglicheren Zustand bewahrt.

Auch *Propithecus* (Fig. I) zeigt etwas Aehnliches: Pd 3 hat eine deutliche Innenknospe und drei getrennte Wurzeln, während bei P 2 die Innenknospe fast verschwunden und die Wurzeln verwachsen sind. Die Grössenverschiedenheit ist bedeutend: Kronenlänge des Pd 3 3,5 mm, des P 3 6 mm.

Da wir, wie ein Blick auf die neueste Litteratur über die Morphologie des Zahnsystems sofort lehrt, noch sehr im Unklaren sind, ob in einem gegebenen Falle ein progressiver oder regressiver Entwickelungsgang vorliegt, möchte ich besonders auf die oben beschriebenen Thatsachen aufmerksam machen, wo wir aus dem Baue der Zähne mit Entschiedenheit entnehmen können, dass in Bezug auf Pd 3 + P 3 bei *Chirogaleus* und *Propithecus*[1]) eine Differenzirung durch regressive Entwickelung vorliegt — und zwar ist diese am weitesten vorgeschritten bei *Propithecus* —, während die Entwickelung von Pd 2 zu P 2 bei *Lepidolemur* (siehe pag. 140) rein progressiv ist.

Pd 4

weicht, wie bekannt, durch grössere Komplikation von P 4 ab und ähnelt am meisten M 1. Dies ist besonders der Fall bei *Lemur*, *Lepidolemur*, *Hapalemur*, *Galago* und *Nycticebus*. Auch die Grösse ist etwa dieselbe bei *Galago* (Textfig. 13) und *Hapalemur*; bei *Lemur* ist Pd 4 etwas schmäler als M 1, bei *Lepidolemur* (Textfig. 14) und *Nycticebus* sind alle Dimensionen etwas geringer. Bei *Chirogaleus* und *Propithecus* ist der hintere Innenhöcker (von WINGE II pag. 45 mit 7 bezeichnet), welcher beim M 1 vorkommt, am Pd 4 nur angedeutet, und der ganze Zahn ist besonders bei *Propithecus* viel kleiner als M 1. Pd 4 schliesst sich somit bei den beiden genannten Gattungen näher den einfacheren M 1 an, wie er bei *Lemur*, *Lepidolemur* und *Hapalemur* auftritt, als dem komplicirteren M 1 derselben Gattungen.

1) Nach den Abbildungen bei MILNE-EDWARDS — eine Beschreibung fehlt leider — will es scheinen, als ob bei den beiden andern *Indrisinae*, *Avahis* und *Indris*, Pd 3 einfacher als P 3 wäre, jedenfalls macht der erstere verglichen mit dem letzteren den Eindruck des Verkümmertseins.

Unterkiefer.

Jd und *Cd*

stimmen mit J und C überein, nur sind sie kleiner. Es verdient hervorgehoben zu werden, dass Jd und Cd bei ihrem Hervortreten beim Embryo und ganz jungen Thiere etwa dem Pd 2 parallel stehen und erst allmählich in die für die *Lemuridae* so charakteristische horizontale Lage übergehen. In dieser Beziehung schliesst sich aber der Jugendzustand der *Lemuridae* dem weniger modificirten Verhalten bei *Adapis* (siehe unten) an

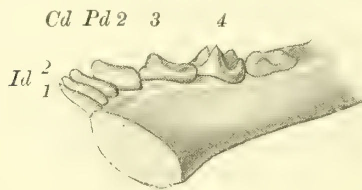


Fig. 18.

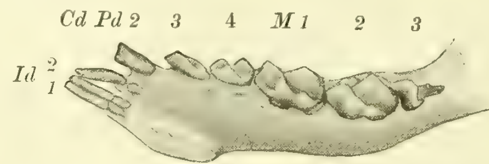


Fig. 19.

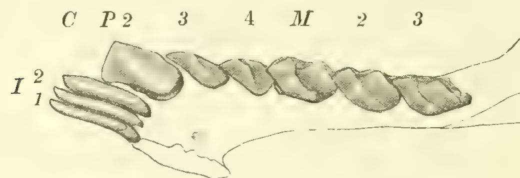


Fig. 20.

Fig. 18. *Galago sp.* Milchgebiss, $^3/_1$ nat. Grösse. Fig. 19 und 20 *Lepidolemur mustelinus*; Fig. 19 Milchzähne. Fig. 20 Permanente Zähne des Unterkiefers. $^2/_1$ nat. Grösse. Die Kiefer sind von innen und von oben dargestellt, um sowohl die Beschaffenheit der Kronenoberfläche als auch die relativen Grössenverhältnisse zu zeigen.

Bei *Chirogaleus smithii* ist der Unterschied zwischen Id und Cd etwas grösser als zwischen I und C, oder mit anderen Worten: das Milchgebiss ist in diesem Punkte weniger abgeändert als das Ersatzgebiss.

Bei *Indrisinae* fehlt bekanntlich C gänzlich, wogegen der entsprechende Zahn des Milchgebisses in winziger Gestalt vorhanden ist. Bei *Propithecus* (Fig. II) ist die Krone des kleinen Cd 1,5 mm lang, unregelmässig löffel- oder spatenförmig[1]).

---

1) Dass C und nicht J 1, wie WINGE (I, II) angiebt, bei den *Indrisinae* fehlt, scheint mir zunächst aus der rudimentären Beschaffenheit des Cd hervorzugehen; es ist somit schon aus diesem Grunde nur zu erwarten, dass sein Nachfolger im Ersatzgebiss fehle. Wollte man W.'s Ansicht acceptiren, so würde die Reduktion im Milch- und Ersatzgebisse in ganz verschiedener Richtung vor sich gehen — was allerdings principiell keineswegs unannehmbar ist, wofür aber in diesem Falle keine zwingenden Gründe vorliegen. Entschieden unrichtig ist die von WINGE (I, pag. 63) zu Gunsten seiner Auffassung gegebene Deutung der MILNE-EDWARDS' schen Figuren. Er findet nämlich, dass es den Anschein hat, dass gerade der kleine Milcheckzahn von dem grossen, vordersten, horizontalen Milchschneidezahn verdrängt würde, während dagegen dem vordersten Milchschneidezahn ein Nachfolger fehlte. Dass dies nun thatsächlich nicht der Fall ist, geht aus dem Verhalten bei dem von mir untersuchten *Propithecus* (Fig. II) hervor,

Pd 2

Bekanntlich zeichnet sich P 2 durch seine eckzahnähnliche Form aus. Pd 2 dagegen ist meist, wenn auch im Ganzen mit P 2 übereinstimmend, länger im Verhältniss zur Höhe (somit auch etwas niedriger im Verhältniss zu Pd 3, als P 2 zu P 3) mit anderen Worten: Pd 2 ist mehr prämolarenartig, d. h. weniger differenzirt als P 2. So besonders bei *Lemur*, *Lepidolemur* (Textfigg. 19, 20) und *Hapalemur*; beim letztgenannten weist die Wurzel des Pd 2 sogar eine deutliche Spur der Verschmelzung aus zweien auf.

Bei *Nycticebus* zeichnet sich Pd 2 durch die kleine und schmale Krone sowie durch die gefurchte Wurzel aus.

Von P 2 kommen bei *Galago* zwei nach verschiedenen Richtungen hin differenzirte Formen vor, von denen, soweit ich es habe ermitteln können, je eine für die beiden von Gray aufgestellten, im Uebrigen unhaltbaren Gattungen *Otogale* und *Galago* charakteristisch ist. Bei *Otogale* (*crassicaudata*, *garnetti*, *monteiri*, *pallida*) verhält sich nämlich P 2 etwa so wie bei *Lepidolemur*, d. h. er ist aufrechtstehend, eckzahnartig, während bei der Gray'schen Gattung *Galago* (*maholi*, *sennariensis*, *senegalensis*) P 2 in Kronenform und Lage sich dem C nähert, somit stark vorwärts geneigt ist. Pd 2 verhält sich bei *Galago sp.* (Fig. 18) und bei *G. demidoffi* wie P 2 bei *Galago* (Gray).

Propithecus (Fig. II): Pd 2, wesentlich wie sein Nachfolger, doch nur etwa halb so gross wie dieser. *Avahis* und *Indris* verhalten sich, nach Milne-Edwards' Abbildungen zu urtheilen, ebenso.

Pd 3

ist mit Ausnahme von *Lemur* bei allen kleiner als P 3, hat aber im Verhältniss zur Höhe eine relativ längere Krone als der letztgenannte (Figg. 19, 20). Bemerkenswerth ist, dass bei *Lemur* am Pd 3 der Innenhöcker des P 3 durch eine Leiste repräsentirt wird; bezüglich der Bedeutung dieses Befundes vergleiche den oberen Pd 2 bei *Lepidolemur*, sowie Pd 3 bei *Chirogaleus* (pag. 140—141).

Bei *Nycticebus* weicht Pd 3 dadurch von P 3 ab, dass der hintere Basaltheil mehr ausgebildet ist, sowie dadurch, dass Pd 3 zwei Wurzeln hat, während die Wurzel bei P 3 nur gefurcht ist.

---

wo der fragliche grosse Ersatzzahn den J 2 meiner Deutung, aber nicht C verdrängt hat. Winge (I, pag. 63) giebt ferner an, dass, obgleich der untere Eckzahn bei *Lemur* im Ersatzgebisse bedeutend grösser als die Schneidezähne ist, doch der Milcheckzahn verhältnissmässig klein sein kann; W. beruft sich dabei auf Blainville (pag. 43, Pl. XI). Aber diese Angabe ist unrichtig. Blainville's Beschreibung kann sich nur auf ein Exemplar mit noch nicht völlig hervorgetretenen Cd beziehen, denn im vollständig entwickelten Milchgebisse ist Cd bei allen *Lemurini* und *Nycticebini* grösser als Jd.

Pd 3 (Fig. II) bei *Propithecus* — und nach Milne-Edwards' Abbildungen auch bei den anderen *Indrisinae* — ist ein stiftförmiges, rudimentäres, mit knopfförmiger Krone versehenes Zähnchen, das auf der Lingualfläche der Krone mit einer schrägen Leiste wie bei *Lemur* ausgerüstet ist; er ist ein vollkommenes Miniaturbild des Pd 3 des letztgenannten Thieres. Ein dem Pd 3 entsprechender Ersatzzahn, ein P 3, fehlt bekanntlich den *Indrisinae*[1]).

Den vorliegenden Untersuchungen zu Folge können also die Homologien des *Indrisinae*-Gebisses folgendermaassen formulirt werden:

	1.	2.		1.			3.	4.		1.	2.	3.
J	1.	2.	C	1.	P	2.	3.	4.	M			
	1.	2.		1.		2.	3.	4.				
	1.	2.		0.		2.		4.		1.	2.	3.

Das Vorkommen bei *Indrisinae* von drei Zähnen im Milchgebiss (nämlich Pd 2 im Oberkiefer, C und Pd 3 im Unterkiefer), deren Nachfolger wohl bei den übrigen *Lemuridae* aber nicht bei *Indrisinae* vorhanden sind, bildet einen werthvollen Beleg für die schon früher (pag. 141, 145) ausgesprochene Anschauung, dass sich das Milchgebiss durch grössere Ursprünglichkeit vor dem Ersatzgebisse auszeichnet.

Pd 4

stimmt wesentlich mit M 1 überein und ist entweder etwa ebenso gross (*Lemur*, *Hapalemur*) oder kleiner und zwar ohne (*Chirogaleus*, *Galago*, Textfig. 18, *Nycticebus*) oder mit deutlichen Spuren der Verkümmerung (*Indrisinae* Fig. II).

---

1) Dass in der That P 3 und nicht P 2 den *Indrisinae* fehlt, erhellt:

a. daraus, dass bei der Mehrzahl der *Lemuridae* (*Lemur*, *Hapalemur*, *Lepidolemur*, den grösseren *Galago*- und *Chirogaleus*-Arten und allen *Nycticebi*) P 3 der am wenigsten differenzirte — somit der physiologisch am leichtesten zu entbehrende und morphologisch unbedeutendste — unter den Prämolaren ist. Schon hierdurch wird es wahrscheinlich, dass bei Reduktion P 3 und nicht P 2 schwindet. Die kleinen *Galago*- und *Chirogaleus*-Arten, bei welchen P 2 theilweise schwächer als P 3 ist, folgen einem anderen Differenzirungsmodus, da P 2 sich bei ihnen physiologisch und morphologisch C und J anschliesst. Diese den *Indrisinae* übrigens in jeder Beziehung ferner stehenden Formen können somit nicht als Gegenbeweis angeführt werden.

b. Bei *Indrisinae* ist von den drei Milchmolaren Pd 3 offenbar der am meisten reducirte, was also gut mit der Annahme übereinstimmt, dass der entsprechende Zahn im Ersatzgebiss fehlt.

c. Die Kronenform des vordersten Prämolaren bei *Indrisinae* stimmt viel besser mit derjenigen des Pd 2 als des Pd 3 überein.

II. Tarsius spectrum.

Ueber das Milchgebiss dieser eigenartigen Form ist bisher nur eine Abbildung, auf welcher alle Milchzähne angegeben sind, ohne Beschreibung von E. Blanchard veröffentlicht worden.

Mir standen für diese Untersuchung zwei Exemplare, nämlich die eine Kopfhälfte des oben sub Stad. C erwähnten Jungen, sowie ein anderes, etwa 8 Tage altes Thier von 56 mm Körperlänge zur Verfügung.

Die Zahnformel ist oben (pag. 128) angeführt.

Oberkiefer (Fig. III, V, VI).

Allen oberen Milchzähnen fehlt das Basalband, welches die Ersatzzähne auszeichnet.

Jd 2 ist stiftförmig, kaum 1 mm hoch, mit schwach abgesetzter, schief medialwärts gerichteter Krone; steht medialwärts von der Alveole des J 2.

Jd 3 bedeutend stärker als der vorige (Höhe 1,8 mm); die Krone ist deutlich von der Wurzel abgesetzt; er liegt nahe der Maxillarsutur (also dicht am Cd), lateralwärts von und hinter der Alveole des J 3.

Da im Ersatzgebisse die Grössenverhältnisse der oberen Schneidezähne sich umgekehrt verhalten (J 2 ist sehr hoch, dolchförmig, J 3 kurz, fast rudimentär), so haben wir eine gute Illustration für die schon früher von mir (pag. 135) ausgesprochene Auffassung vor uns, dass eine grosse morphologische Unabhängigkeit zwischen den einander lokal entsprechenden Zähnen im Milch- und Ersatzgebiss existirt.

Cd ist ein stärkerer Zahn als die vorhergehenden, unterscheidet sich von C durch verhältnissmässig grössere Länge, hat einen schwachen, hinteren Basalhöcker, welcher dem C fehlt, und ist etwas mehr schneidend als C; stimmt überhaupt besser mit C bei manchen *Lemuridae* als bei *Tarsius* überein. Liegt am lateralen Kieferrande, dem C gegenüber.

Pd 2 fehlt gänzlich bei dem einen Exemplare (cfr. oben pag. 129); bei dem anderen ist er ein ganz winziger Stift (0,4 mm hoch), welcher nur im Zahnfleische (nicht in einer Alveole) steckt und deutliche Zeichen der Resorption aufweist. Dieser Zahn steht offenbar auf dem Aussterbeetat. Wie immer in solchen Fällen entwickelt sich sein Nachfolger (P 2) in rascherem Tempo als die übrigen Ersatzzähne.

Pd 3 (Fig. VII) ist grösser als einer der vorigen (Kronen-Länge und -Höhe 1 mm); Krone zusammengedrückt, fast schneidend, mit hinterer Basalspitze. Drei Wurzeln sind vorhanden, zwei äussere und eine innere, welche letztere, schräg lin-

gualwärts gerichtet, keinen Innenhöcker trägt. Dieser letztere Umstand ist jedenfalls eine Reduktionserscheinung. Mit dem kurzen, pyramidenförmigen P 3 desselben Thieres hat er viel weniger Aehnlichkeit als mit dem entsprechenden Zahne bei manchen *Lemuridae.*

Pd 4 ähnelt dem Pd 3, ist aber etwas grösser und hat einen sehr starken, hinteren Höcker, sowie einen von der Innenwurzel getragenen, schwachen, knopfförmigen Innenhöcker, wodurch die Kaufläche dreieckig wird. Auch dieser Zahn ist weder mit P 4 oder, wie sonst bekanntlich der Fall ist, mit M 1 übereinstimmend; grössere Aehnlichkeit hat er mit P 3 eines *Lemur*, *Hapalemur* etc.

Unterkiefer (Fig. IV, VIII).

Auch hier sind die Milchzähne, verglichen mit den Ersatzzähnen, sehr klein. Ein Basalband ist auch im Milchgebiss vorhanden.

Jd 2 und *C d* stimmen allerdings in ihrem gegenseitigen Grössenverhältnisse mit J und C überein (Jd 2 auch in der Form) während dagegen *Cd*, sowohl was Form als Richtung der Zahnkrone betrifft, entschieden mehr mit dem P 2 bei den kleineren Arten von *Chirogaleus* und *Galago* und, was besonders die Richtung betrifft, selbst mit dem C mancher *Lemuridae* als mit demjenigen des *Tarsius* übereinstimmt.

Wie im Oberkiefer ist auch im Unterkiefer *Pd 2* bei dem einen Exemplar gänzlich resorbirt, während er bei dem anderen noch als ein rudimentäres, bereits stark von der Resorption angegriffenes Zähnchen von 0,52 mm Länge erhalten ist; er steckt in keiner Alveole, sondern ist nur im Zahnfleisch befestigt. Sein Nachfolger (P 2) ist in seiner Entwickelung weiter vorgeschritten, als die übrigen Ersatzzähne.

Pd 3 (Fig. IX) unterscheidet sich von P 3 dadurch, dass er relativ länger ist, indem der hintere Basalhöcker stärker ausgebildet ist und zwei Wurzeln hat, von denen die vordere in sagittaler Richtung an der Spitze gespalten ist, während P 3 nur eine Wurzel besitzt.

Pd 4 ist etwas grösser als Pd 3 und ist ebenso wenig wie derjenige im Oberkiefer dem M 1 ähnlich, vielmehr ähnelt er dem P 4 bei *Tarsius* ziemlich; hat zwei Wurzeln, von denen die vordere in sagittaler Richtung gespalten ist, während dieselbe Wurzel bei P 4 einfach ist.

Aus der obigen Darstellung ergiebt sich somit, dass das Milchgebiss bei *Tarsius* nicht mehr als in seiner vollen Entfaltung stehend betrachtet werden kann; einige Zähne (Pd 2 oben und unten) verschwinden sogar, ohne das Zahnfleisch zu durchbrechen. Nichts desto weniger ist hier deutlich zu erkennen, dass sich die Eck- und Backenzähne des Milchgebisses mit Ausnahme des unteren P 4 in ihrer Form näher den entsprechenden

Ersatzzähnen mancher *Lemuridae* als des *Tarsius* anschliessen. Die grosse Kluft, welche zwischen dem persistirenden Gebiss der *Lemuridae* und des *Tarsius* existirt, wird also durch das Milchgebiss des letzteren theilweise ausgefüllt. Bemerkenswerth ist schliesslich, dass Pd 4 nicht wie sonst nach dem Molar-Typus gebaut ist.

III. Adapis.

Ueber das Milchgebiss dieser Gattung liegt bisher nur eine kurze Angabe von Schlosser vor. Er beschreibt (II pag. 24) von *Adapis parisiensis* den unteren Pd 4 und giebt ausserdem eine (wenig glückliche) Abbildung desselben (I Taf. V Fig. 33). Vor diesem Zahne fand S. noch vier Alveolen, von denen er annimmt, dass sie zwei weiteren Milchbackenzähnen entsprechen; er schliesst daraus, dass *Adapis* einen Milchzahn weniger als Prämolaren hat. Die Zahl der Jd im (Unterkiefer) ist nach S. drei, „trotzdem nur zwei J im definitiven Gebiss vorhanden sind". Ausserdem beschreibt er zwei obere Milchbackenzähne.

Mir liegt für das Studium des Milchgebisses des *Ad. magnus* folgendes Material vor:

a. das bis auf einige obere Schneidezähne vollständige Milchgebiss im Ober- und Unterkiefer eines Individuums (Causse de Cazare) Figg. X—XIII.

b. Ober- und Unterkieferhälfte eines Individuums (ebendaher).

c—g. fünf Unterkieferhälften mit Milchprämolaren (Bach, Lamandine, Basse, Causse de Cazare).

h. Oberkieferstück mit Pd 3 + 4 M 1 (Escamps).

i. Untere Jd.

Die Untersuchung dieses recht reichen Materials hat mich in den Stand gesetzt, eine vollständige Darstellung des Milchgebisses der in genealogischer Beziehung so wichtigen Thierform zu geben. Eine grössere Anzahl Kieferfragmente mit der persistirenden Dentition von sowohl *Ad. magnus* als *parisiensis* konnte zur Vergleichung herangezogen werden, wodurch ein Einblick in die Beziehungen dieses eocänen Säugers zu den lebenden Halbaffen ermöglicht wurde.

Wie aus der nachfolgenden Untersuchung hervorgeht, ist die Zahnformel:

	1.	2.		1.		1.	2.	3.	4.		1.	2.	3.
J	1. / 1.	(2.?) / 2.	C	1. / 1.	P	0. / 0.	2. / 2.	3. / 3.	4. / 4.	M			
	1.	2.		1.		1.	2.	3.	4.		1.	2.	3.

Oberkiefer.

Alle Milchzähne sowohl im Ober- als Unterkiefer sind schwächer als die entsprechenden Ersatzzähne.

Von *Jd* ist an meinen Exemplaren nur der eine (Fig. XI), ein schief schaufelförmiger Zahn, erhalten; er war aus seiner natürlichen Lage gerückt, wesshalb nicht zu ermitteln, ob er als Jd 1 oder Jd 2 zu deuten ist. Die J bei *Ad. magnus* waren bisher nicht bekannt; Filhol kennt sie nicht. An einem mir vorliegenden Schädelfragment (Fig. XVI) ist jedoch an den gut erhaltenen Alveolen zu erkennen, dass deren jederseits zwei vorhanden sind, ebenso wie bei *Ad. parisiensis* (Filhol II Pl. 10, Fig. 1).

Cd (Fig. X) hat einen starken hinteren und die Andeutung eines vorderen Basalhöckers; grösste Länge und Höhe der Krone betragen 3 mm. Er ist nicht höher als die nachfolgenden Backenzähne und eher prämolar- als typisch eckzahnartig; anderseits ähnelt er dem Cd mancher recenten Lemuriden mehr als seinem mächtig entwickelten Nachfolger (C, Figg. XIV, XVI, XVII). Dieser hat an der Kronenbasis einen Längsdurchmesser von 8 mm und eine Kronenhöhe von etwa 10 mm; er ist an der Hinterfläche mit einer starken Leiste ausgerüstet. Auch dürfte Cd bei *Ad magnus* den C des *Ad. parisiensis* — nach Filhol's Abbildungen (II Pl 10, Fig. 1, 4, 8) zu urtheilen — viel ähnlicher sein als dem C. des *Ad. magnus.*

Um zu einer richtigen Deutung des auf den Cd folgenden Zahnes zu kommen, ist es angezeigt, zunächst den entsprechenden Zahn (*P 1*) im Kiefer des erwachsenen Thieres zu mustern. Aus einem Vergleiche des in Fig. XV abgebildeten Kiefers mit den beiden anderen (Figg. XVI, XVI) geht nämlich hervor, dass sich individuell eine Verschiebung und wohl auch eine seitliche Abnutzung des P 1 durch den auf denselben von den umstehenden Zähnen ausgeübten Druck vollziehen. Während nun P 1 bei den in Fig. XIV und XVI abgebildeten Individuen erheblich von dem vordersten Prämolaren der Fig. X abweicht, erkennen wir unschwer, dass letzterer und P 1 der Fig. XV dieselbe Gestaltung haben[1]). Und dass im jugendlichen Kiefer der vorderste Zahn wirklich P 1 und nicht Pd 1 ist, geht theils aus dem ganzen Habitus theils und vornehmlich aus dem Umstande hervor, dass er viel weniger weit in der Entwickelung vorgeschritten ist als die umstehenden Milchzähne[2]). *Adapis* verhält sich in diesem Punkte ganz wie die Raub- und Hufthiere: durch Verlust des Pd 1 wird die Entwickelung des P 1 beschleunigt, so dass er zuerst von allen Ersatzzähnen erscheint und noch zusammen mit den Milchzähnen funktionirt[3]). Von besonderem Inter-

1) Der Kronenrand des P 1 der Fig. XV ist etwas beschädigt, wesshalb die Uebereinstimmung auf der Abbildung weniger gross erscheint, als sie wirklich ist.

2) Aus dem Fehlen eines Nachfolgers lässt sich seine Natur nicht erschliessen, da beim fraglichen Individuum ebenso wenig verkalkte Nachfolger der ächten Milchzähne nachweisbar sind.

3) Vergleiche hierüber meine frühere Darstellung l. c. pag. 60, 72.

esse ist, dass *Ad. parisiensis* das für den jugendlichen *Ad. magnus* charakteristische Verhalten des P 1 auch im erwachsenen Zustande bewahrt.

P 2 zeigt bei den drei untersuchten Exemplaren eine bemerkenswerthe Verschiedenheit: bei zwei Exemplaren (Fig. XV, XVI)[1]) ist er kaum höher als P 3, die Krone verhältnissmässig lang (Höhe 5, Länge 5 mm) und die äussere Wurzel doppelt, während bei Fig. XIV P 2 merkbar höher als P 3, die Kronenlänge geringer im Verhältniss zur Höhe (Höhe 5,5, Länge 4 mm) und die Wurzel einfach ist. Nach Filhol's Abbildungen (II Pl 10) zu urtheilen, verhält sich *Ad. parisiensis* in dieser Beziehung wie die in Fig. XVI abgebildete Form von *Ad. magnus*. *Pd. 2* (Fig. X), schliesst sich zunächst der in Fig. XVI dargestellten Form an, aber die Krone ist im Verhältniss zur Höhe noch länger (Höhe 2,5, Länge 4 mm) und es sind zwei divergirende Wurzeln vorhanden. Wir erhalten somit folgende lückenlose Entwickelungsserie des P 2 vom Prämolartypus zur eckzahnähnlichen Form:

Pd 2 (Fig. X) — P 2 (Fig. XV, XVI); P 2 bei *Ad. parisiensis* — P 2 (Fig. XVI).

Pd 3 unterscheidet sich von P 3, 1) durch stärkere Ausprägung des vorderen und hinteren Basalhöckers, 2) durch relativ grössere Länge (Kronenlänge 5, Höhe 3 mm), P 3 (Kronenlänge 5,5, Höhe 5 mm, 3) durch fast gänzlichen Schwund des Innenhöckers. Besonders durch letztgenannte Eigenschaft ähnelt P 3 des *Ad. parisiensis* mehr dem Pd 3 als dem P 3 des *Ad. magnus*.

Es ergiebt sich aus der obigen Untersuchung, dass der vordere Theil der Oberkieferzahnreihe (C, P 1 — 3) bei *Ad. parisiensis* näher mit dem entsprechenden Theile des Milchgebisses als mit dem des Ersatzgebisses bei *Ad. magnus* übereinstimmt.

Pd 4 unterscheidet sich von M 1 wesentlich nur durch geringere Grösse.

Unterkiefer.

Untere *Schneidezähne* vom *Ad. magnus* sind bisher nicht bekannt gewesen. Filhol (II pag. 42) sagt hierüber: ,,Les incisives inférieures, si elles existaient, étaient plus petites qu'elles ne le sont sur l'*Adapis parisiensis*, malgré la grande différence de la taille de ces animaux.“ Mir liegt ein Vordertheil eines Unterkiefers vor (Fig. XIX), an dem die äusseren J vollständig und Alveolen von den inneren erhalten sind. Zunächst ist also zu konstatiren, dass, wie zu erwarten, zwei J vorhanden sind. (Höhe des lateralen J von aussen 4, dito von innen 4,8 mm; Querdurchmesser der Wurzel aller J 2 mm). Aus einem Vergleiche mit der von Filhol gegebenen Abbildung (II Pl. 10, Fig. 2) der betreffenden Zähne bei *Ad. parisiensis* geht ferner hervor, dass sie bei *Ad. magnus* nicht, wie Filhol meint, kleiner, sondern grösser als beim ersteren sind.

---

1) In Fig. XV ist P 2 etwas aus seiner natürlichen Lage gerückt.

Jd verhalten sich wie J, sind aber kleiner. Besonders bemerkenswerth ist, dass bei Jd die Hinterfläche der Krone nicht caudal-, sondern dorsalwärts gerichtet ist; in dieser Beziehung nähern sich also Jd denselben Zähnen bei *Lemuridae*. Diese Annäherung wird dadurch noch grösser, dass bei Jd und J von *Adapis* die dorsale Kronenfläche eine deutliche Längsleiste wie bei *Lemuridae* trägt. In Betreff der Anzahl der unteren Jd kann ich schliesslich mit Sicherheit feststellen, dass SCHLOSSER's Angabe, dass *Adapis* sechs untere Milchschneidezähne haben sollte, wenigstens was *Ad. magnus* betrifft, unrichtig ist. Es sind nur vier Jd vorhanden.

Cd unterscheidet sich durch geringere Grösse und mehr horizontale Richtung der Krone von C. Da ferner Cd und C mit einer starken Längsleiste auf der dorsalen, resp. hinteren Kronenfläche versehen sind (Fig. XIII), so ist in der That der Unterschied zwischen *Adapis* und den recenten *Lemuridae*, den man in der Beschaffenheit der unteren Schneide- und Eckzähne hat sehen wollen, durchaus nicht so bedeutend, hauptsächlich wenn man die Befunde im Milchgebiss berücksichtigt. C bei *Ad. parisiensis* ähnelt nach FILHOL's Abbildungen (II, pag. 22) zu urtheilen, mehr dem Cd als dem C bei *Ad. magnus*.

Auch im Unterkiefer fehlt Pd 1. Von *P 1* gilt wesentlich das vom oberen P 1 Gesagte, wenn er auch nicht in gleich hohem Grade wie der letztere durch die umstehenden permanenten Zähne in seiner Entwickelung und Lage beeinflusst wird.

P 2 variirt insofern etwas in seiner Ausbildung, als er bald mehr, bald weniger schief zur Längsachse des Kiefers gestellt ist, sowie bald länger, bald kürzer ist. *Pd 2* nähert sich der längeren Form des P 2, aber noch vollständiger stimmt er mit P 2 bei *Ad. parisiensis* überein, indem er nicht höher als die umstehenden ist, und seine Längsachse, wie bei diesem, mit derjenigen des Kiefers zusammenfällt.

Pd 3 ist durch das Vorhandensein eines deutlichen, vorderen Basalhöckers, sowie durch die bedeutendere Grösse des hinteren Basalhöckers im Verhältniss zur Höhe länger als P 3.

Pd 4 stimmt mit M 1 überein, ist nur kleiner als dieser.

Bevor ich zu einer Verwerthung der obigen Beobachtungen gehe, möchte ich hier in Kürze eine bisher übersehene Eigenthümlichkeit im Bau des Unterkiefers hervorheben.

Bei *Adapis parisiensis* ist der untere und hintere Theil des Unterkieferkörpers verdünnt und der untere Rand medialwärts stark eingebogen, so dass ein tiefer und breiter Sulcus entsteht, welcher hinter M 3 beginnt und, allmählich sich verflachend,

unter M 1 aufhört; nach hinten ist er durch eine starke Crista, welche in schräger Richtung von oben und vorne nach unten und hinten verläuft, von dem auf der Medialfläche ebenfalls etwas ausgehöhlten Pars angularis getrennt.

Auch bei *Ad. magnus* ist diese Eigenthümlichkeit vorhanden, wenn auch viel weniger ausgeprägt. Wie aus FORSYTH MAJOR's Beschreibung (pag. 17) und Abbildung (Fig. 9) hervorgeht, ist die fragliche Bildung auch bei dem fossilen *Megaladapis* — trotz aller Verschiedenheit im Bau des Unterkiefers im Uebrigen — wiederzufinden, etwa in demselben Grade ausgeprägt wie bei *Ad. magnus.*

Unter den recenten Halbaffen kehrt diese Bildung bei *Indrisinae*[1]) wieder, und zwar etwa in derselben Ausbildung, wie bei *Ad. magnus*; unter den übrigen Halbaffen finde ich nur bei *Nycticebus tardigradus* eine erkennbare Andeutung derselben. Auch bei *Necrolemur* fehlt sie gänzlich.

Offenbar haben wir es hier mit einer höheren Ausbildung des Sulcus s. Fossa mylohyoidea zu thun, einer Bildung, welche ich beim Menschen stärker entwickelt finde, als bei den übrigen Primaten mit Ausnahme von *Pithecia nocturna*, wo sie mit dem Verhalten bei *Ad. magnus* übereinstimmt; auch beim Weibchen und bei jüngeren Individuen, aber nicht beim erwachsenen Männchen von *Mycetes ursinus* ist der untere Kieferrand schwach einwärts gebogen. Unter entfernter stehenden Thierformen erwähne ich *Caenotherium commune* aus den Phosphoriten, welches eine sehr starke Fossa mylohyoidea besitzt; doch scheint bei dem letztgenannten Thiere eine recht bedeutende Variation in der Ausbildung der Fossa zu walten.

Die Beziehungen des Adapis zu den recenten Halbaffen. Bekanntlich sind *Adapis* und einige andere fossile Gattungen als eine besondere Ordnung von den *Prosimiae* getrennt und als *Pachylémuriens* (FILHOL) oder *Pseudolemuridae* (SCHLOSSER) bezeichnet worden. Dass nun aber SCHLOSSER's Ausspruch (II, pag. 27): *Adapis* und Genossen „bilden eine Gruppe, welche von den *Lemuriden* (= *Prosimiae*) zum mindesten ebenso sehr abweicht als von den ächten Affen", unhaltbar ist; dass vielmehr engere genetische Beziehungen zwischen ihnen und den recenten *Prosimiae* bestehen, ergeben sowohl die Analyse der von SCHLOSSER als „fundamentale Unterschiede" bezeichneten Charaktere, als auch die oben von mir vorgeführten Befunde.

SCHLOSSER betont (II, pag. 25) die riesige Entwickelung des Pfeilnahtkammes als ein *Adapis* von den Halbaffen trennender Charakter. Es ist dies aber anerkanntermaassen eine Eigenschaft, welche lediglich durch stärkere Kauzähne und mächtigere Kiefer bedingt wird und desshalb durchaus nicht als ein für die Aufstellung einer besonderen Ordnung verwendbares Merkmal betrachtet werden kann.

1) I. e. *Propithecus* und *Indris*; von *Avahis* habe ich nur einen jugendlichen Schädel, an dem die fragliche Eigenthümlichkeit nicht ausgeprägt war, untersuchen können. MILNE-EDWARDS erwähnt in seiner weitläufigen Beschreibung nichts von diesem Verhalten.

Um die Unzulänglichkeit dieses Charakters für genealogische Aufstellungen von weiterem Umfange zu illustriren, brauche ich nur an das Auftreten und die verschiedene Ausbildung des Pfeilnahtkammes bei der Gattung *Canis* (vergleiche besonders Huxley), sowie auf das gelegentliche Vorkommen dieses Kammes beim Männchen und das Fehlen desselben beim Weibchen derselben Art (Orang, Gorilla) zu verweisen. Ausserdem aber ist das Fehlen eines ausgebildeten Pfeilnahtkammes durchaus kein konstantes Merkmal der Halbaffen; ganz abgesehen von *Megaladapis*, bei dem seine Ausbildung etwa derjenigen bei *Adapis* gleichkommt, und von *Microchoerus* (*Necrolemur*) finde ich denselben sehr stark entwickelt bei *Nycticebus tardigradus var. cinerea*; ferner nähern sich die „Cristae temporales" stark einander bei manchen *Lemur*- und *Propithecus*-Schädeln.

Der weite Abstand des *Adapis* von den Halbaffen sollte sich nach Schlosser (pag. 26) ferner daraus ergeben, dass die Zahl der Prämolaren vier ist — bei dem letzteren kommen höchstens drei vor —, und dass der hinterste viel komplicirter geworden ist. Mit Bezug auf den ersteren Punkt, so muss zunächst betont werden, dass, solange die *Indrisinae* mit nur $^2/_2$ P als ächte Halbaffen betrachtet werden, kein Grund angeführt werden kann, *Adapis* aus der Ordnung zu entfernen. Ferner habe ich oben (pag. 148) nachgewiesen, dass P 1 (der den recenten Halbaffen fehlende Zahn) bei der am weitesten differenzirten[1]) Art, *Ad. magnus*, während der individuellen, postfötalen Entwickelung eine regressive Entwickelung durchmacht, und dass schliesslich die vorderste Prämolarregion schon so weit abgeschwächt ist, dass Pd 1 sowohl oben als unten fehlt, ganz wie bei den recenten Raub- und Hufthieren. Bezüglich des zweiten Punktes, der grösseren Komplikation der hinteren Prämolaren bei *Adapis*, so ist zunächst daran zu erinnern, dass *Galago* durch ähnliche Entwickelung der hinteren Prämolaren charakterisirt ist; ferner auch daran, dass bei *Tomitherium* und *Notharctus*, deren nähere Verwandtschaft mit *Ad.* auch von Schlosser anerkannt wird, und welche Formen er ebenfalls seinen *Pseudolemuridae* zuzählt, die P 4 viel einfacher gebaut sind als bei *Adapis* und somit in dieser Hinsicht den Halbaffen ähnlicher sind.

Erweisen sich also die oben besprochenen Merkmale als ungenügend, um eine Scheidung der *Pseudolemuridae* und *Prosimiae* zu begründen, so würde als wesentliche Differenz nur noch die verschiedene Beschaffenheit der unteren Schneide- und Eckzähne übrig bleiben: während diese bei *Adapis* als denjenigen der Primaten sehr ähnlich erkannt werden, sind bei den *Lemuridae* die unteren Schneide- und Eckzähne in eigenthümlicher Weise differenzirt, nämlich pfriemenförmig und mehr oder weniger horizontal gestellt. Nun ist aber oben nachgewiesen worden, dass einerseits die fraglichen Zähne im Milchgebiss des *Adapis* sich etwas mehr dem Verhalten bei *Lemuridae* nähern, andererseits die

---

1) Vergleiche in Bezug auf den Differenzirungsgrad der *Adapis*-Arten die folgenden Ausführungen.

Zustände im Milchgebiss der letzteren etwas weniger von den Befunden bei *Adapis* abweichen als beim erwachsenen Thiere. Hieraus geht hervor, dass auch diese Kluft zwischen den besagten Thieren in etwas durch die Beschaffenheit des Milchgebisses ausgefüllt wird — von dem Verhalten der fraglichen Zähne bei *Tarsius* einstweilen ganz abgesehen.

In diesem Zusammenhange erinnere ich auch an die oben nachgewiesene Thatsache, dass der Vorgänger des enorm ausgebildeten oberen C d. h. Cd viel mehr als C mit den Befunden bei *Lemuridae* übereinstimmt. Das Milchgebiss zeigt sich also auch hier als die historisch frühere Entwickelungsstufe, welche an dem genetischen Zusammenhang deutlicher zu erkennen ist, als an dem historisch jüngeren, nach verschiedenen Richtungen differenzirten persistirenden Gebiss.

Legen wir zu diesen Thatsachen die oben mitgetheilte, den *Adapis* und einigen *Lemuridae* gemeinsame Eigenthümlichkeit des Unterkiefers, sowie die auch von Filhol (III, pag. 131) und Schlosser anerkannte, allgemeine Uebereinstimmung der bekannten Skeletttheile des *Adapis* und der *Lemuridae*, so dürfte der Schluss berechtigt sein, dass *Adapis* ein wirklicher Halbaffe ist.

Wenn ich mich in diesem Punkte also in Uebereinstimmung mit Lydekker (II) und Winge befinde, so kann ich den genannten Autoren nicht beistimmen, wenn dieselben *Adapis* mit *Necrolemur* (Lydekker) in eine Gruppe bringen, oder wie Winge, *Adapis*, *Necrolemur* und *Tarsius* als *Tarsiidae* den übrigen Halbaffen als *Lemuroidei* gegenüberstellen. Für eine solche Gruppirung sind von genealogischem Gesichtspunkte meiner Meinung nach keine ausreichenden Gründe angeführt worden. Die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen *Tarsius* und *Necrolemur*[1]) einerseits und *Adapis* andererseits sind entschieden nicht intimer als zwischen *Adapis* und den *Lemuridae* s. str. Auf die näheren Beziehungen zwischen *Adapis* und *Lemuridae* einzugehen, dürfte mit dem vorliegenden Material noch als verfrüht erscheinen. Nur so viel lässt sich zur Zeit feststellen, dass, falls wir überhaupt in einer *Adapis*-ähnlichen Form den Ursprung der heutigen *Lemuridae* erkennen wollen, diese ein Thier gewesen ist, dessen Gebiss näher mit dem Milch- als dem permanenten Gebiss des *Adapis* übereinstimmte.

Schliesslich erhellt aus der obigen Untersuchung, dass das persistirende Gebiss von *Ad. parisiensis* in vielen Punkten auf demselben Standpunkte steht wie das Milchgebiss bei *Ad. magnus*, während das Ersatzgebiss des letzteren stärker modificirt ist (so besonders in Bezug auf C, P 1, P 2 im Ober- und C und P 2 im Unterkiefer; vergleiche die obige Beschreibung). Hieraus ergiebt sich: von den beiden *Adapis*-Arten[2]) ist *Ad. parisiensis* jedenfalls die ursprünglichere, ältere, und *Ad. magnus* die jüngere, abgeleitete.

---

1) Ueber diese vergleiche unten.

2) *Ad. minor* Filh. fällt wohl innerhalb der Variationsgrenzen des *Ad. parisiensis.*

Das Gebiss des Microchoerus.

Wie aus der unten näher zu berücksichtigenden Litteratur hervorgeht, muss unsere Kenntniss vom Zahnsysteme der in mehrfacher Beziehung zo bemerkenswerthen alttertiären Gattung *Microchoerus* (*Necrolemur*[1]) als im höchsten Grade mangelhaft bezeichnet werden. Das Material aus den Phosphoriten des Quercy, welches im zootomischen Institut der Universität zu Stockholm vorhanden ist, hat mich in den Stand gesetzt, eine vollständigere Anschauung, als bisher möglich war, von der Beschaffenheit des Gebisses dieser Thierform zu erlangen und dem Mangel an korrekten und genügenden bildlichen Darstellungen durch für morphologische Beurtheilung verwerthbare Abbildungen des ganzen Zahnsystems abzuhelfen.

Untersuchte Stücke:

Microchoerus antiquus

a) Fast vollständiger Oberkiefer (Cazare) Fig. 20.
b) Obere Ante-Molaren (Cazare) Fig. 23.
c) „ „ „ „ Fig. 22.
d) „ „ „ „ „ 21.
e) Zwei obere Molaren-Reihen (Cazare).
f) Vollständiger Unterkiefer (Cazare) Fig. 24, 25.
g) Unterkiefer; die beiden vordersten Zähne nur durch die Alveolen repräsentirt (Cazare) Fig. 26.
h—q) Unterkiefer mit mehr oder weniger unvollständigem Gebiss (Cazare, Bach).

Microchoerus erinaceus

a) Schädelfragment mit beiderseitigen Prämolaren und Molaren (Cazare) Fig. 27.
b—c) Unterkieferfragmente (Cazare, Bach).

---

1) Ueber die Identität dieser Gattungen siehe im Folgenden.

Alle die aufgezählten Stücke sind mit permanenten Zähnen versehen; das Milchgebiss ist bis jetzt unbekannt.

Wie aus dem Folgenden hervorgeht, ist die Zahnformel:

$$\mathrm{J}\,\frac{1.\quad 2.\quad 3.}{(1.)\qquad\qquad}\qquad \mathrm{C}\,\frac{1.}{1.}\qquad \mathrm{P}\,\frac{\qquad 2.\quad 3.\quad 4.}{1.\quad 2.\quad 3.\quad 4.}\qquad \mathrm{M}\,\frac{1.\quad 2.\quad 3.}{1.\quad 2.\quad 3.}$$

Oberkiefer[1]).

Die Beschreibung und Abbildung des vollständigsten bisher bekannten Exemplares von *M. antiquus* stammt von Filhol (I, Fig. 216) und ist, wie aus der nachfolgenden Darstellung ersichtlich, in wesentlichen Theilen verfehlt; die Beschreibung der Prämolaren und Molaren ist später von F. in etwas vervollständigt worden (IV, pag. 51). Die oberen Schneidezähne waren ihm unbekannt, doch hat er (I, pag. 277) an der einen Seite „petits enfoncements“ gesehen, welche er als die Alveolen von zwei Schneidezähnen deutet. In Folge dessen schreibt Filhol die Zahnformel des Oberkiefers 2 J, C, 3 P und 3 M. Dieser Auffassung hat sich Lydekker (II, Bd. 1 pag. 1) angeschlossen, während Schlosser (pag. 44) meint, dass da „im Unterkiefer nur ein ganz rudimentärer J vorhanden war, so wird wohl auch oben nur ein etwas grösserer J oder zwei sehr kleine existirt haben.“ Die mir vorliegenden Oberkieferstücke von *M. antiquus* gestatten mit vollkommener Sicherheit festzustellen, dass *Microchoerus* sieben obere Ante-Molaren besitzt, und dass somit die früheren Angaben nicht das Richtige getroffen haben. Die Homologisirung ist in der obigen Formel gegeben.

J 1 (Fig. 21) besitzt eine ziemlich dicke, 2 mm hohe, hinten ausgehöhlte Krone.

J 2 (Fig. 21—23) schmächtiger, höher und spitziger als *J 1*. Die Kronenhöhe ist verschieden bei den drei Stücken, bei denen der Zahn vollständig erhalten ist: bei d) 3, b) 4 und c) 5 Mm. Ob hier sexuelle oder individuelle Variationen vorliegen, muss dahin gestellt bleiben. Bei Stück c) ist die Ähnlichkeit mit J 2 bei *Tarsius* besonders ausgeprägt.

J 3 (Fig. 22, 23), der kleinste der oberen Zähne, hat im Verhältniss zu den übrigen Schneidezähnen eine relativ grössere Länge mit deutlichem hinteren Basalzacken. Dieser sowie die folgenden Zähne sind mit einem Basalbande versehen. Variirt in der Grösse: winzig, rudimentär, bei einem Exemplare (Fig. 22) ist er viel stärker bei den beiden anderen (Fig. 23) entwickelt. Er ist relativ länger als J 3 bei *Tarsius*.

---

1) Die nachfolgende Beschreibung bezieht sicht bezüglich der vorderen Zähne nur auf *M. antiquus*.

C (Fig. 21—23) hat eine seitlich zusammengedrückte, spitzige Krone (nicht so hoch und schlank wie J 2) mit schwachem Basalhöcker. Ebenso wie bei *Tarsius* ist er durch ein Basalband ausgezeichnet, ist aber mehr prämolarartig als dieser und dadurch dem Cd des *Tarsius* ähnlich (vergleiche oben p. 145).

Ein Vergleich zwischen *Micr.* und *Tarsius* in Bezug auf die oben erwähnten Zähne macht es somit wenigstens wahrscheinlich, dass die in den obigen Zahnformeln ausgedrückten Homologien richtig sind.

P 2 ist C ähnlich, aber hat eine niedrigere Krone (C ist 2,5, P 2 2 mm hoch); eine Wurzel.

P 3 (Fig. 20, 23): Krone kegelförmig; bedeutend grösser als P 2; zwei äussere, eine innere Wurzel, welche letztere einen Innenhöcker trägt, der durch die Abflachung der Innenfläche des Kronenkegels sowie durch das Basalband gebildet wird. Ein ähnlicher aber viel schwächerer Innenhöcker ist auch bei P 2 vorhanden.

P 4 (Fig. 20, 23) von gleichem Baue wie P 3, aber mit stärkerem Innenhöcker, so dass die Kaufläche viereckig ist; an deren Innenrande, somit vom Basalbande, erhebt sich ein kleiner vorderer Innenhöcker. *M. erinaceus* (Fig. 27) unterscheidet sich von *antiquus* dadurch, dass sich auf der Innenkante des stark entwickelten Basalbandes zwei Innenhöcker, ein vorderer und ein hinterer, erheben, wodurch der innere Theil der Krone des P 4 näher mit einem Molaren übereinstimmt, während die Lateralwand sich abweichend verhält[1]. — Von den lebenden Halbaffen stimmen *Tarsius* und *Nycticebini* noch am besten in Bezug auf die oberen P 3 und P 4 mit *Microchoerus* überein ohne jedoch grössere Aehnlichkeit darzubieten. Die Eigenthümlichkeit des *Tarsius*, dass der hintere der inneren Höcker bei P 4 und bei den Molaren am Basalbande als winziger Höcker verbleibt und nur der vordere sich an der Kaufläche stark entfaltet, findet sich in dieser Weise ebenso wie die Kürze der Zahnkrone nur bei *Anaptomorphus* wieder und dürfte als gewichtiges Zeugniss für die nahe Verwandtschaft zwischen beiden Formen angesehen werden.

Die Beschaffenheit der Molaren ist aus den Abbildungen (Fig. 20, 23) zu ersehen. Die Grösse der Molaren nimmt von vorn nach hinten ab. Bei *M. erinaceus* (= Necrolemur Edwardsii[2]) haben M 1 und M 2 zwei Aussen-, zwei Zwischen- und zwei Innenhöcker; das deutliche äussere Basalband trägt zwischen den Aussenhöckern eine Knospe[3]. M 3 unterscheidet sich von M 1 und M 2 dadurch, dass die hintere Hälfte der Krone reducirt ist und die Knospe des Basalbandes fehlt. Die fraglichen Zähne bei *M. antiquus* unterscheiden sich durch geringe Grösse der Zwischen- und Innenhöcker und durch das Fehlen der Knospe am Basalbande[4].

---

1) Auch bei P 3 des *M. erinaceus* ist der Innenhöcker relativ und absolut grösser als bei *antiquus*, wenn auch die Form des etwas beschädigten Innenhöckers an meinem Exemplare des *M. erinaceus* nicht vollkommen zu erkennen ist.

2) Vergleiche unten pag. 158.

3) Unter den lebenden Halbaffen nur bei *Propithecus* gefunden.

4) Sehr stark abweichend von den genannten Arten verhalten sich die von Rütimeyer (p. 114, Taf. VIII

Unterkiefer.

Die Anzahl der unteren Ante-Molaren ist sechs. Ebenso wie Schlosser habe ich an dem besten der mir vorliegenden Unterkiefer an der Medialseite des C am Vorderrande des Kiefers eine winzige Alveole gefunden, welche einen rudimentären J beherbergt hat, welcher seiner Lage und Grösse nach jedenfalls ausser Funktion war. Filhol hat diese Alveole nicht beobachtet, ist wohl desshalb zu der jedenfalls irrigen Auffassung der Unterkieferzähne gelangt, die sich in der von ihm gegebenen Unterkiefer Zahnformel 2 J, C, 2 P, 3 M oder, wie er auch vorschlägt, 0 J, C, 4 P, 3 M ausspricht. Wie Lydekker (II, Bd. I p. 10) zu der von ihm aufgestellten Zahnformel 2 J, C, 3 P, 3 M gekommen ist, wird nicht angegeben, Schlosser gründet mit Recht seine Homologisirung auf das Verhalten bei *Tarsius* und giebt die auch von mir angenommene Formel für die Unterkieferzähne. Aber auch ganz abgesehen von *Tarsius* ist jedenfalls diese Homologisirung die einzige, welche Microchoerus in greifbaren Zusammenhang mit den andern Halbaffen stellt, da nur bei Annahme dieser der vorderste grosse Zahn als C figuriren kann. Und dass dieser Zahn wirklich dem C der übrigen Halbaffen (*Tarsius* inbegriffen) entspricht, geht theils aus dem Verhalten der nachfolgenden Zähne, theils aus der Beschaffenheit des fraglichen Zahnes selbst hervor. Dieser (Fig. 25) hat nämlich wie C bei *Tarsius*, *Adapis* und wohl den meisten Lemuridae auf der Hinterfläche der Krone eine Leiste aufzuweisen. Nach der Abbildung und Beschreibung bei Filhol (II, Pl. 11 Fig. 4 und Pl. 12 Fig. 5) zu urtheilen — die Krone an meinem Exemplare ist nicht vollständig — ist die Richtung der Krone etwa so wie bei Cd des *Adapis* oder C des *Nycticebus*, also viel schräger als bei C des *Tarsius*. Der Verlauf des Basalbandes ist etwa wie bei Cd des *Adapis* und bei C des *Tarsius*. In diesem Lichte gesehen, nimmt also C des *Tarsius* durchaus keine Sonderstellung innerhalb der Halbaffen-Ordnung ein, wie ihm allgemein zugeschrieben wird[1]).

P 1. Filhol (II, p. 6) sagt von diesem Zahne, den er den zweiten Schneidezahn nennt, dass er bei drei von ihm untersuchten Exemplaren von *Necrol. antiquus* und einem *N. Edwardsii* „absolument microscopique“ ist und nach aussen gedrängt von den von ihm als J 1 und C aufgefassten — nach meiner Deutung also von C und P 2 — sitzt. Ebenso Schlosser. Mir liegen zwei Unterkiefer vor, welche über diesen Zahn Aufschluss geben. Von diesen verhält sich der kleinere Kiefer[2]) (Fig. 26),

---

Fig. 12) unter dem Namen *Necrolemur Cartieri* beschriebenen und abgebildeten Oberkieferzähne P 4, M 1—3. Seiner Grösse nach könnte diese Art nach Rütimeyer möglicher Weise mit der grössten *Necrolemur*-Art von *Caylux* d. h. mit *N. Edwardsii* (= *Microch. erinaceus*) zusammenfallen. Dass nun dem nicht so ist, erhellt aus einem Vergleich mit meiner Fig. 27 (bezüglich der Identität von *N. Edwardsii* und *Microch. erinaceus* siehe unten). Es scheint mir nicht ganz ausgeschlossen, dass hier doch etwas Anderes als eine *Necrolemur*- (= *Microchoerus*)-Art vorliegt.

1) Welchem der Schneidezähne der rudimentäre J entspricht, ist nicht zu entscheiden.

2) Betreffs der Artbestimmung siehe unten.

bei welchem nur die Alveole des P 1 erhalten ist, völlig wie bei den von Filhol beschriebenen Exemplaren. Bei dem grösseren Kiefer (Fig. 26) dagegen, wo der Zahn selbst vorhanden, ist dieser allerdings den umstehenden Zähnen gegenüber reducirt, hat eine verlängerte Krone und schwache Wurzel, steht aber völlig in der Zahnreihe und ist ebenso abgenutzt wie die umstehenden (übrigens wie diese etwas beschädigt), somit nicht wie bei den bisher beobachteten funktionslos. Halten wir diesen Befund zusammen mit Filhol's Beschreibung der kleinsten Art (*Necrol. parvulus*, V, p. 39), bei welcher der fragliche Zahn ebenfalls in der Zahnreihe steht, so erhellt hieraus, dass sich innerhalb des Formenkreises der vorliegenden Gattung der untere P 1 von einem fungirenden Zahne in ein funktionsloses Rudiment rückbildet.

P 2 und *P 3* (Fig. 25, 26) sind einander ähnlich, mit schräg nach vorne geneigter Krone und einer Wurzel. Diese Zähne stimmen besser mit den entsprechenden bei *Chirogaleus smithii* als mit denen bei *Tarsius* überein, da die Kronen beim letzteren zur Kieferachse weniger geneigt sind.

P 4 (Fig. 25, 26) weicht von P 4 des *Tarsius* durch Entwickelung eines stärkeren hinteren talonartigen Theiles, schrägere Kronenstellung, das Vorkommen eines Innenhöckers sowie zweier Wurzeln ab; stimmt besser mit P 4 bei *Chirogaleus*. P 2—M 3 sind mit einem Basalbande versehen.

Werfen wir endlich einen Blick auf die verschiedenen Arten, welche dieser Gattung angehören sowie auf die Beziehungen derselben zu anderen Halbaffen, so sind bekanntlich nicht weniger als vier verschiedene Arten von „*Necrolemur*“ (*antiquus*, *Edwardsii*, *Zitteli*, *parvulus*) aus den Phosphoriten des Quercy und eine (*N. Cartieri*) aus dem Bohnerze von Egerkingen (Schweiz) beschrieben worden. Von diesen ist *N. Zitteli*, von Schlosser (p. 47) auf einem Unterkieferfragment gegründet worden, dessen geringere Grösse nach S. die specifische Trennung von *N. antiquus* und *Edwardsii* nothwendig macht: die drei unteren Molaren messen bei *N. antiquus* 7,2 mm, bei *Zitteli* 6 mm. Die Untersuchung einer grösseren Reihe hat mir jedoch gezeigt, dass jener Grössenunterschied durchaus nicht eine Trennung berechtigt: von sieben Exemplaren des N. antiquus messen die drei unteren Molaren bei zweien 9, bei zweien 8,5, bei zweien 8 und bei einem 7 mm.

Haben wir somit *N. Zitteli* nur als eine kleinere Form (Weibchen?) des *N. antiquus* zu betrachten und ist die *Necrolemur*-Natur *N. Cartieri*, wie bereits oben (pag. 157) erwähnt, noch zweifelhaft, so haben wir z. Z. drei wohl begrenzte Arten: *N. Edwardsii*, *antiquus* und *parvulus*.

Es lässt sich nun nachweisen, dass der 1880 von Filhol beschriebene *Necrolemur Edwardsii* aus dem Quercy mit dem bald den Hufthieren,

bald den Insektivoren zugezählten, schon 1846 von Wood aufgestellten *Microchoerus erinaceus* vom Eocän in Hordwell (England) identisch ist. Von *Necrol. Edwardsii* war bisher kein Oberkiefer bekannt. Vor einiger Zeit erhielt ich für das zootomische Institut der Universität zu Stockholm ein Oberkieferstück (Fig. 27), welches vollkommen zu einem Unterkieferstück des *N. Edwardsii* von derselben Lokalität (Causse de Cazare) aus dem Quercy passt. Die Zähne dieses Stückes stimmen nun vollständig mit der neuesten und jedenfalls auch besten Abbildung des *Micr. erinaceus* von Hordwell in Flower & Lydekker's Handbuch (pag. 697, Fig. 332 B) überein[1]. Auch die von Wood und Lydekker (II, III) gegebenen Abbildungen und Beschreibungen bekräftigen diese Auffassung. Die gesammte Zahnreihe, wie sie von den beiden letztgenannten Autoren abgebildet ist, stimmt ausserdem, sowohl was Anzahl wie Form der Zähne — abgesehen von den oben (pag. 156) angegebenen specifischen Merkmalen — betrifft, vollkommen mit der von mir bei *N. antiquus* festgestellten überein, nur dass, da bei dem Originale des *Micr. erinaceus* der Zwischenkiefer defekt ist, kein oberer J 1, sondern anstatt dessen eine (scheinbare) Zahnlücke vorhanden ist. Was den von Wood abgebildeten Unterkiefer des *M. erinaceus* betrifft, so glaubt Lydekker (I, pag. 530), dass diese Abbildung im vorderen Theile nicht ganz korrekt sei, macht aber selbst keine näheren Angaben. Dass aber in der fraglichen Figur die Zahl und im Wesentlichen auch die Form der Zähne richtig wieder gegeben ist, erhellt aus einem Vergleiche mit *Necrolemur antiquus.* Gegen die Deutung, dass bei *M. erinaceus* die Zahnformel C + 4 P — vom rudimentären J abgesehen — sei, führt Schlosser (pag. 33) an: „Nach der Beschaffenheit der oberen C und J ist dies nicht recht wahrscheinlich, denn gewöhnlich ist die Zahl der J im Unterkiefer ebenso gross wie die der oberen und dürfen wir wohl auch hier 3 P, 1 C und 2 J im Unterkiefer erwarten.“ Ganz abgesehen von den bereits oben (pag. 157) angeführten Gründen, wird diese Einwendung schon durch die Thatsache entkräftet, dass die Zahl der unteren Schneidezähne durchaus nicht selten geringer als die der oberen ist; ich erinnere an die *Pinnipedia*, wo bei der überwiegenden Mehrzahl die oberen J zahlreicher als die unteren sind ($^3/_2$ oder $^2/_1$), und wo dies immer der Fall ist, wenn eine verschiedene Anzahl oben und unten vorhanden ist; ferner an die *Marsupialia*, wo mit Ausnahme der einzigen Gattung *Phascolomys* stets oben mehr J als unten vorkommen, an *Erinaceus*, *Soricidae* u. s. w.

Aus obigen Ausführungen erhellt somit, dass nicht nur Flower & Lydekker's Identificirung von *Necrolemur* und *Microchoerus* vollkommen berechtigt ist, sondern auch, dass *Microchoerus erinaceus* und *Necrolemur Edwardsii* dasselbe Thier bezeichnen.

In den Nachträgen zu seiner Arbeit (pag. 66) meint auch Schlosser, dass „die Identität des *Micr. erinaceus* mit einer der *Necrolemur*-Arten nicht ganz ausgeschlossen“ sei. Da S. nun früher den *Microchoerus* zu seinen *Pseudolemuridae* gezogen

---

1) In Flower & Lydekker's Beschreibung sind offenbar *M. antiquus* und *erinaceus* verwechselt worden.

hat, während er *Necrolemur* als ächten Halbaffen anerkennt, so geht auch hieraus hervor, wie unbestimmt diese Unterscheidungen selbst für den Urheber derselben sind (vergl. oben pag. 151 u. f.).

Aber noch mehr! Lydekker (I pag. 530) hat die Ansicht ausgesprochen, dass *Microchoerus* wahrscheinlich identisch mit dem von Leidy aufgestellten *Hyopsodus* aus dem Eocän Nordamerikas ist. Wenn auch Lydekker später (II, Bd. 5, pag. 303), auf Osborn's Autorität hin, diese Auffassung hat fallen lassen, so lässt sich aus den bisher veröffentlichten Darstellungen über letztgenannte Form nichts destoweniger erkennen, dass *Hyopsodus* und *Microchoerus* einander nahe stehende Glieder derselben Gruppe sind. Und zwar erscheint *Hyopsodus* als die am wenigsten modificirte Form, da die oberen Schneidezähne gleichartig und noch ein oberer P 1 sowie zwei untere Schneidezähne vorhanden sind. Auch *Pelycodus* gehört vielleicht derselben Familie an. *Anaptomorphus*, ebenfalls aus dem Eocän Nordamerikas, steht wohl dem lebenden *Tarsius* näher als irgend einem anderen Halbaffen, jedenfalls ist er mehr differenzirt als *Microchoerus*.

Schlussbemerkungen.

Die in den vorhergehenden Abschnitten niedergelegten Beobachtungen enthalten einige Momente, welche von allgemeinerer Bedeutung sind oder doch bei einer künftigen Verwerthung von Nutzen sein können. Ich stelle dieselben hier zusammen[1]).

Während der Eocän- und Oligocän-Periode war Europa und Nord-Amerika von zwei Gruppen Halbaffen mit zum Theil für beide Welttheile gemeinsamen Gattungen bewohnt. Mit dem Oligocän verschwindet jede Spur von Halbaffen in der nördlichen Hemisphäre, und erst in der heutigen Lebewelt begegnen wir diesen Thierformen wieder, aber nur in der äthiopischen und indischen Region. Es darf desshalb bei der völligen Unbekanntschaft mit Halbaffen aus der langen Zwischenzeit nicht gar zu sehr befremden, wenn die heutigen Halbaffen uns auf den ersten Blick als eine von den ausgestorbenen genetisch verschiedene Gruppe imponiren. Und doch ist, wie ich oben nachzuweisen versucht habe, die Verschiedenheit zwischen den lebenden und den ausgestorbenen Halbaffen durchaus nicht so gross, wie meist angenommen wird. Bei den alttertiären Formen hat sich die starke Differenzirung, welche den vorderen Theil des Gebisses der heutigen auszeichnet, noch nicht ausgebildet. Dagegen sind bei jenen bereits Anzeichen nachzuweisen, durch welche diese Differenzirung angebahnt wird. Für eine solche Auffassung sind in erster Linie die Befunde im Milchgebiss leitend und maassgebend.

Bis auf Weiteres müssen wir, wie gesagt, zwei Gruppen fossiler Halbaffen unterscheiden, als deren Repräsentanten die am vollständigsten bekannten Gattungen *Adapis* und *Microchoerus* zu nennen sind. Trotz aller Verschiedenheit dieser beiden Gruppen zeichnen sie sich doch durch gewisse, theilweise gemeinsame Charaktere aus, durch welche sie sämmtlichen lebenden Halbaffen gegenüber als ursprünglicher organisirt erscheinen. Um nur ein Beispiel hier anzuführen: bei den alttertiären Halbaffen treffen wir noch vier Prämolaren sowie drei obere Schneidezähne (*Microchoerus*) an, während bei den lebenden nie mehr als 3 P und 2 obere J vorkommen.

---

1) Bezüglich der wichtigeren Resultate des ontogenetischen Theiles dieser Untersuchungen vergleiche oben p. 136.

Unter den lebenden Halbaffen haben wir ebenfalls zwei Gruppen zu unterscheiden: *Lemuridae* und *Tarsiidae*, welche letztere sich zunächst an *Microchoerus* und Genossen anschliessen. Wenn auch der heutige *Tarsius* in wichtigen Theilen seiner Organisation — wie vor Allem in der Placenta-Beschaffenheit, im Bau der Orbita und dem nicht gewundenem Kolon — eine von den übrigen Halbaffen verschiedene Entwickelungsrichtung eingeschlagen hat und desshalb, wie gesagt, eine Sonderstellung einnimmt, bietet doch sein Milchgebiss eine solche Annäherung an die *Lemuridae* dar, dass eine gemeinsame Abstammung beider Gruppen wenigstens als höchst wahrscheinlich bezeichnet werden muss.

Für den von mir in meiner früheren Arbeit (l. c. pag. 140—141) versuchten Nachweis, dass die Milchzähne als die Repräsentanten einer älteren Entwickelungsphase mit ursprünglicherem Gepräge als das permanente Gebiss aufzufassen sind, bietet auch das Zahnsystem der Halbaffen eine Anzahl Belege:

1. Bei *Hapalemur* haben die oberen Schneidezähne im Milchgebiss eine normalere Stellung als im Ersatzgebiss.

2. Der obere Pd 2 bei *Adapis* hat die ursprüngliche Prämolarenform vollständiger bewahrt als P 2.

3. Die unteren Jd der *Lemuridae* sind etwas weniger modificirt als ihre Nachfolger.

4. Bekanntlich hat der untere P 2 bei *Lemuridae* die Form eines Eckzahns angenommen, wogegen Pd 2 besser die ursprünglichere Prämolarenform beibehalten hat.

5. Bei stärkerer, durch Differenzirung veranlasster Reduktion des persistirenden Gebisses behält das Milchgebiss die vollständige oder nahezu vollständige Zahnanzahl bei; so bei *Indrisinae* und *Chiromys*. Auch *Lepidolemur*, dem alle oberen Schneidezähne im Ersatzgebiss fehlen, hat einen oberen Schneidezahn im Milchgebiss beibehalten.

Fast ausnahmslos sind die Milchzähne der Halbaffen kleiner, schwächer als die entsprechenden Ersatzzähne. Erreicht das Ersatzgebiss einen höheren Grad von Differenzirung, so ist es, wie ich früher (l. c. pag. 142—144) des Näheren ausgeführt habe, erklärlich, dass das Milchgebiss einer mehr oder weniger ausgesprochenen Rückbildung zunächst in der Grösse der einzelnen Komponenten anheimfällt; dies ist der Fall bei *Tarsius*, *Indrisinae* und *Chiromys*, ohne dass hier, wie schon bemerkt, die ursprüngliche Zahl wesentlich vermindert wird.

In Bezug auf die Phylogenie einzelner Zähne verdient hervorgehoben zu werden, dass, während bisher nur bei Insektivoren und Säugern der Sekundär-Zeit sowie ganz vereinzelt bei Beutelthieren (*Choeropus*) und fossilen Suidae (*Palaeochoerus*) Eckzähne mit doppelter Wurzel nachgewiesen sind — ein Charakter, welcher jedenfalls als ein relativ ursprünglicher zu betrachten ist — ich bei *Lemuridae* sowohl im Milch- als Ersatzgebiss zweiwurzelige Eckzähne gefunden habe. Der Umstand, dass bald ein einwurzeliger Cd von einem zweiwurzeligen C ersetzt wird und bald das Umgekehrte der Fall ist, entzieht sich bis auf Weiteres einer greifbaren Erklärung.

Dass die langgestreckte d. h. die mehr prämolarenartige Gestalt des oberen

Eckzahns die ursprünglichere Form dieses Zahnes bei den Lemuridae ist, scheint mir aus jenen Fällen hervorzugehen, wo C von Cd abweicht; dann ist nämlich Cd stets mehr prämolarenartig als C, siehe *Chirogaleus* (pag. 139), *Adapis* (pag. 148) und *Tarsius* (pag. 145). Ein Vergleich des C, beim alttertiären *Microchoerus* mit dem des modernen *Tarsius* führt zu demselben Resultate.

Einzelne Befunde aus der Entwickelungsgeschichte sowohl des Stammes als des Individuums scheinen mir nicht anders gedeutet werden zu können, als dass bei den Halbaffen der Innenhöcker der oberen Prämolaren eine Neubildung ist. So fehlt dieser Höcker sowohl am Pd 3 des *Adapis magnus* als auch am P 3 des in jeder Beziehung primitiver organisirten *Ad. parisiensis*, während P 3 bei *Ad. magnus* einen wohl entwickelten Höcker besitzt (Fig. 17). Bei *Lepidolemur* haben wir gesehen, wie der an Pd 2 gänzlich fehlende Innenhöcker an P 2 im Entstehen begriffen ist (Textfig. 16, 17); vergleiche die Ausführungen oben pag. 140. Dass andererseits der schon vorhandene Innenhöcker der oberen Prämolaren durch Reduktion wieder verschwinden kann, dafür bieten Pd 3 und P 3 bei *Chirogaleus milii* und *Propithecus* Belege (vergl. oben pag. 141).

Schliesslich mag noch der principiell wichtige Nachweis der genealogischen Beziehungen der beiden *Adapis*-Arten zu einander hier betont werden: das persistirende Gebiss des *Ad. parisiensis* steht im Wesentlichen auf demselben Standpunkte wie das Milchgebiss d. i. die ältere Zahngeneration des *Ad. magnus* (siehe oben pag. 153), während das persistirende Gebiss des letzteren weiter differenzirt ist.

Litteratur-Verzeichniss.

BLAINVILLE, Osteographie. Lemur. 1839.
BLANCHARD, E., L'organisation du Règne animal. Mammifères Livr. I.
FILHOL (I), Recherches sur les Phosphorites du Quercy. Annales des sciences géologiques. Bd. 7. 1877.
—— (II), Observations relatives au mémoire de M. Cope intitulé: Relation des horizons renfermant des débris d'animaux vertébrés fossiles en Europe et en Amérique. Ibidem Bd. 14. 1883.
—— (III), Mémoires sur quelques mammifères fossiles des Phosphorites du Quercy. Toulouse 1882.
—— (IV), Observations relatives au mode de constitution des prémolaires et des molaires des Lémuriens fossiles appartenant au genre Necrolemur. Bulletin de la Société Philomatique de Paris. 7 sér. Bd. 9. 1885.
—— (V), Déscription d'une nouvelle espèce de Lémurien fossile (Necrolemur parvulus). Bulletin de la Société Philomatique de Paris 8. sér. Bd. 2 1890.
FLOWER & LYDEKKER, Mammals living and extinct. London 1891.
FORSYTH MAJOR, On Megaladapis madagascariensis, an extinct gigantic Lemuroid from Madagascar. Phil. Transaction. Roy. Soc. London Vol. 185. 1894.
GERVAIS, Histoire naturelle des Mammifères. 1854.
GRANDIDIER et MILNE-EDWARDS, Histoire physique etc. de Madagascar. Vol. 6. T. I (1875); Vol. X. T. 5. (Atlas) (1893).
GRAY, J. E., Revision of the Species of Lemuroid Animals, with the Description of some new Species. Proceed. Zool. Soc. London 1863.
VAN DER HOEVEN, Bijdragen tot de kennis van de Lemuridae. Tijdschrift voor Natuurl. Geschiedenis en Physiologie Bd. 11. 1844.
HUXLEY, On the Cranial and Dental Characters of the Canidae. Proceed. Zool. Soc. London. 1880.
KOELLIKER, A. v., Die Entwicklung der Zahnsäckchen der Wiederkäuer. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 12. 1863.
LECHE, Zur Entwicklungsgeschichte des Zahnsystems der Säugethiere. Theil I: Ontogenie. Bibliotheca zoologica. 1895.
LJUNGGREN, Om käksvulster med ursprung fran tandepitelgroddlisten. Nordiskt medicinskt arkiv 1895.
LYDEKKER (I), Note on the Zoological Position of the Genus Microchoerus. Quarterly Journal of Geological Soc. London Vol. 41. 1885.
—— (II), Catalogue of the fossil Mammalia in the British Museum. 1885—1887.
MIVART, Notes on the Crania and Dentition of the Lemuridae. Proceed. Zool. Soc. London. 1864.
MURRAY, On the Genus Galago, with description of an apparently New Species (Galago murinus). Edinburgh New Philos. Journal. Vol. 10. 1859.
OWEN, Odontography. 1840—45.
PETERS, Die Säugethiergattung *Chiromys*. Abhandl. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. 1865.
RÜTIMEYER, Die eocäne Säugethier-Welt von Egerkingen. Abhandl. d. Schweiz. paläontologischen Gesellsch. Vol. 18. 1891.
SCHLOSSER (I), Beiträge zur Kenntniss der Stammesgeschichte der Hufthiere. Morphol. Jahrb. Bd. 12. 1887.
—— (II), Die Affen, Lemuren, Insectivoren, Creodonten und Carnivoren des europäischen Tertiärs. Wien. 1887—1890.
WALDEYER, Bau und Entwicklung der Zähne. In: Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. Bd. 1. Leipzig. 1871.
WINGE (I), Om Pattedyrenes Tandskifte isaer med Hensyn till deres Former. Vidensk. Meddel. fra Naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn. 1882.
—— (II), Jordfundne og nulevende Aber (Primates) fra Lagoa Santa, Brasilien. E. Museo Lundii Kjöbenhavn 1895.
WOOD, On the Discovery of an Alligator and of several new Mammalia in the Hordwell Cliff. The London Geological Journal. Bd. 1. 1846.

Tafel-Erklärung.

Fig. 1—2. *Propithecus diadema.* Junges Thier mit fast vollständigem Milchgebiss, Fig. 1 Obere, Fig. 2 Untere Zähne von der Lateralfläche.

Fig. 3—4. *Tarsius spectrum.* Permanente Antemolaren. Fig. 3 Oberkiefer von der Lateralfläche, Fig. 4 Unterkiefer von der Medialfläche.

Fig. 5—9. *Tarsius spectrum.* Etwa acht Tage altes Thier mit vollständigem Milchgebiss. Fig. 5 Oberkieferzähne von der Lateralfläche; Fig. 6 dieselben von der Kaufläche; Fig. 7. Oberer Pd 3 von der Medialfläche; Fig. 8 Unterkiefer von der Medialfläche; Fig. 9 Unterer Pd 3 von der Medialfläche.

Fig. 10—13. *Adapis magnus.* Vollständiges Milchgebiss Fig. 10, Oberkiefer von der Lateralfläche; Fig. 11, Oberer Jd, *a* von aussen und *b* von innen; Fig. 12 Unterkieferzähne von der Lateralfläche; Fig. 13 derselbe von der Kaufläche. Alle Stücke gehören demselben Individuum an.

Fig. 14. *Adapis magnus.* Permanente Oberkieferzähne von der Lateralfläche.

Fig. 15. *Adapis magnus.* Obere P 1—3 von der Lateralfläche.

Fig. 16—17. *Adapis magnus.* Permanente Oberkieferzähne, Fig. 16 von der Lateralfläche, Fig. 17 vordere Oberkieferzähne von der Kaufläche.

Fig. 18—19. *Adapis magnus.* Permanente Unterkieferzähne, Fig. 18 von der Lateralfläche, Fig. 19 von der Kaufläche.

Fig. 20. *Microchoerus antiquus.* Permanente Oberkieferzähne von der Kaufläche.

Fig. 21. *Microchoerus antiquus.* Obere J1 + 2 von der Lateralfläche.

Fig. 22. *Microchoerus antiquus.* Obere J 2 + 3, C, P 2 von der Lateralfläche.

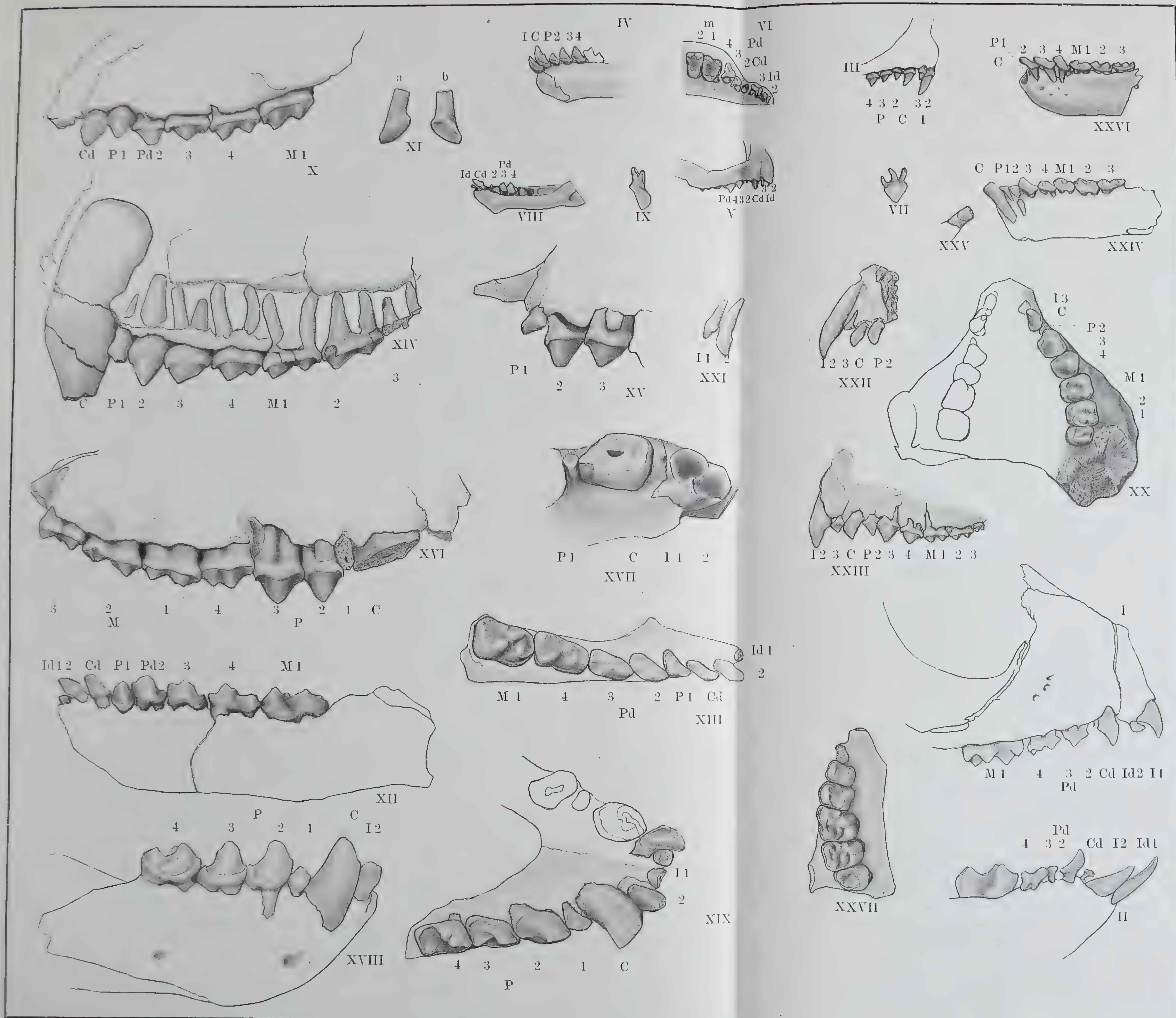
Fig. 23. *Microchoerus antiquus.* Oberkieferzähne kombinirtes Bild eines Stückes mit Ante-Molaren und den Molaren der Fig. 20 von der Lateralfläche.

Fig. 24—25. *Microchoerus antiquus.* Fig. 24 Unterkieferzähne von der Lateralfläche, Fig. 25 Unterer C von der Medialfläche.

Fig. 26. *Microchoerus antiquus.* Unterkieferzähne von der Lateralfläche.

Fig. 27. *Microchoerus erinaceus.* Hintere Oberkieferzähne (P 3 + 4, M 1—3) von der Kaufläche.

Vergrösserung $\frac{2}{1}$ natürl. Grösse mit Ausnahme von Fig. 7 und 9, welche in $\frac{5}{1}$ natürl. Gr. dargestellt sind. Alle Figuren sind mit Hülfe der Camera lucida gezeichnet.



H. Bendsen del. Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin

Verlag von WILHELM ENGELMANN in Leipzig.

DAS

EXKRETIONSSYSTEM DER MYXINOIDEN

IN SEINER BEDEUTUNG

FÜR DIE

MORPHOLOGISCHE AUFFASSUNG DES UROGENITALSYSTEMS

DER

WIRBELTHIERE

VON

DR. RICHARD SEMON
PROFESSOR UND PROSEKTOR FÜR HISTOLOGIE, ONTOGENIE UND VERGLEICHENDE ANATOMIE
IN JENA.

MIT TAFEL I UND II.

Das Exkretionssystem der Myxinoiden ist schon mehrfach Gegenstand der Untersuchung seitens ausgezeichneter Forscher gewesen. A. Retzius erkannte und beschrieb die Harnleiter, ohne indessen die ihnen anliegenden Malpighi'schen Körperchen mit ihren kurzen Harnkanälchen wahrzunehmen. Den Pronephros, der nicht fern vom proximalen Ende der Harnleiter liegt, deutete er als eigentliche Niere. Die Grundlage unserer Kenntniss ist gelegt in J. Müller's klassischem Werke: Vergleichende Anatomie der Myxinoiden (5), in welchem zuerst die Hauptbestandtheile des Exkretionssystems genau und zutreffend beschrieben und auf einer besonderen Tafel vortrefflich abgebildet sind. J. Müller's Beschreibung war für das eigentlich funktionirende Exkretionssystem, den Mesonephros, so erschöpfend, dass spätere Untersuchungen hier nichts Nennenswerthes hinzugefügt haben. Seine Darstellung des Organs als Urbild einer Wirbelthierniere von wunderbarer Einfachheit ist denn auch in sehr viele Lehrbücher der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte übergegangen. Auch den Pronephros, den er Nebenniere nennt, beschreibt er kurz und widmet ihm eine Anzahl Abbildungen (Eingeweide der Fische Taf. I Fig. 2 und 3). Er hält das Organ für eine Drüse ohne Ausführgang und deutet es als Nebenniere.

Einen bemerkenswerthen Fortschritt in unserer Erkenntniss des von J. Müller nur ungenügend erkannten Pronephros brachte die bekannte Arbeit von W. Müller über das Urogenitalsystem des *Amphioxus* und der Cyklostomen (6). Seine Beschreibung der Vorniere lautet folgendermaassen: ,,Bei der mikroskopischen Untersuchung ergiebt sich, dass beide Körper drüsigen Bau besitzen. Der schmale Gang, in welchen bei jüngeren Thieren das vordere Ende jedes Harngangs sich fortsetzt, erweitert sich am hinteren Ende der beiden Körper rasch und verläuft längs der ventralen Fläche der Vena cava nach vorne. Er besitzt in dieser Strecke hohes, leicht gelblich gefärbtes Epithel; sein Lumen ist von ungleicher Weite. Dem Epithel liegt wieder eine dünne Membrana und darauf eine lockere Schicht fibrillären Bindegewebes auf. Die dorsale Wand des Ganges zeigt in dessen unterem Abschnitt eine geringe Zahl von Ausbuchtungen, welche alle gegen die anliegende Hohlvene gerichtet sind und in deren Lumen vorspringen. Diese Ausbuchtungen enthalten in ihrem Inneren je einen Glomerulus, welcher durch die dünne, ihn umgebende Kapsel von der gleichfalls dünnen Wand der Hohlvene geschieden wird. Der Bau dieser Glomeruli und

struirt aus 230 Schnitten, bezieht sich auf ein etwas grösseres Thier (19 cm), dessen Vorniere aber im Ganzen einfachere und weniger veränderte Zustände aufweist, als das von Fig. 3. Fig. 1 ist die Totalansicht des Anfangstheiles des Exkretionssystemes, das gefärbt, aufgehellt und gezeichnet, dann aber zur Kontrolle noch in eine Schnittserie zerlegt wurde. Fig. 2 das eines anderen stärker vergrössert. Ausserdem habe ich noch verschiedene andere Vornieren in Schnittserien zerlegt und untersucht. Da es sich um ein in Rückbildung begriffenes Organ handelt, ist es unbedingt nothwendig, eine grössere Anzahl von Exemplaren zu untersuchen, weil das eine Detail bei diesem, das andere bei jenem Objekte deutlicher hervortritt, die Rückbildung oft bei kleineren Exemplaren weiter vorgeschritten ist als bei grösseren, weil also bei einem rudimentär werdenden Organ, wie diesem, allein die Vergleichung einer grösseren Anzahl von Objekten den richtigen Maassstab der Beurtheilung giebt.

Die Beschreibung meiner Befunde gebe ich im Wesentlichen in Form einer Erläuterung der Figuren, besonders der Rekonstruktionen, in denen ja die Hauptarbeit dieser Untersuchung steckt. Was die Nomenklatur anlangt, so brauche ich den Ausdruck „MALPIGHI'scher Körper“ in dem in meiner früheren Arbeit (13, p. 107 Separatabdruck p. 19) näher präcisirten Sinne. Glomerulus ist nicht synonym damit, sondern nur ein Theil davon, nicht das Ganze. Der Harnleiter der Myxinoiden entspricht dem Urnierengang, WOLFF'schen Gang, Segmentalgang der gnathostomen Wirbelthiere. Ich bezeichne ihn wie bei diesen als Vornierengang, weil er bei allen Kranioten nichts Anderes ist, als der Ausführgang der Vorniere, und es mir richtig erscheint, dieses Verhältniss in der Bezeichnung mehr hervorzuheben, als die Beziehung des Ganges zu der später auftretenden Urniere (Urnierengang).

Die Topographie der Organe ist durch die Untersuchungen von J. MÜLLER (5, p. 7 und 8) mit hinreichender Genauigkeit festgestellt worden. Beginnen wir mit der Beschreibung des proximalen Endes des Exkretionssystems, so sehen wir das ansehnliche, drüsenförmige Gebilde, das von den Autoren seit W. MÜLLER schlechthin als Vorniere, Pronephros, bezeichnet wird. Auf meiner Fig. 1 und 3 ist es als Pronephros I, auf Fig. 4 als Pronephros I *a* und I *b* bezeichnet. Seinem distalen Ende liegt konstant ein Gebilde an, das ich als Mesonephros I bezeichnet habe.

Der Vornierengang kann gleich distal an letzterem Gebilde als ein dünner, zunächst solider Strang beginnen (Fig. 3 linke Seite) oder aber beträchtlich weiter unten.

Pronephros I ist ein komplicirtes Gebilde, dessen Bau durch die Rekonstruktionsfiguren 3 und 4 erläutert wird. In Fig. 3 ist das Gebilde beiderseits einheitlich, in Fig. 4 ist es in zwei gesonderte, hinter einander liegende Abschnitte, Pronephros I *a* und Pronephros I *b* zerfallen.

Auf Oberflächenbildern (Figg. 1 und 2) sieht man eine grosse Anzahl von Kanälchen mit runden Oeffnungen frei in die Perikardialhöhle, die bei den Myxinoiden bekanntlich offen mit der Leibeshöhle kommunicirt, münden. In ihrem Verlauf nach innen vereinigen sich oft eine Anzahl von Kanälen zu einem gemeinsamen Rohr, und dieses mündet dann mit einer oder auch mehreren Oeffnungen in einen inneren Hohlraum oder richtiger gesagt, in ein System von Hohlräumen, die im

Inneren einer gefässhaltigen Gewebsmasse liegen. Nähere Untersuchung der letzteren lehrt, dass es sich um eine grosse Anzahl von Glomeruli handelt.

Um das Verständniss des Malpighi'schen Körpers der Vorniere — denn um einen solchen handelt es sich hier — zu erleichtern, reproducire ich in Fig. 5 die schematische Fig. 61 meiner früheren Arbeit (13, Taf. XIV). Wie man dort (a und b) sieht, durchsetzen im Malpighi'schen Körper der Vorniere zahlreiche Glomeruli den ganzen Binnenraum des Körpers und erreichen die gegenüberliegende Wand. Indem sich dann Glomerulusgewebe auch an den Wänden ausbreitet, kommt der Hohlraum des Malpighi'schen Körpers scheinbar in das Innere des „Glomus" zu liegen, und es entstehen Bilder wie die in Fig. 3, 4 und 6 für *Myxine* abgebildeten, die durchaus denen der Vorniere von *Ichthyophis* (13, Taf. VI) entsprechen.

Freilich ist es mir nicht gelungen, bei *Myxine* eine segmentale Anordnung der einzelnen Glomeruli, und dadurch bedingt eine segmentale Kammerung des Malpighi'schen Körpers der Vorniere nachzuweisen, die sich bei *Ichthyophis* sicher feststellen liess. Sie wird vielleicht auch bei *Myxine* früher vorhanden gewesen sein. Da ich aber nur junge Thiere, nicht frühe Entwickelungstadien untersuchen konnte, liess sich der Nachweis nicht mehr erbringen.

Die bisher geschilderten Verhältnisse erblickt man in aller Deutlichkeit auf Fig. 3 und 4 und sieht dort auch zahlreiche individuelle Details, die naturgetreu wiedergegeben sind, deren Schilderung ich aber unterlasse. Fig. 6 giebt einen Querschnitt durch die linke Seite von Fig. 3 etwa durch die Mitte von Pronephros I wieder.

Auf diesem Querschnitt erkennen wir nun, dass das ganze, bisher beschriebene Gebilde in einen weiten dünnwandigen Hohlraum von einer Seite her eingestülpt ist. Dieser Raum ist eine Vene oder ein venöser Sinus, der proximalwärts weit und offen mit der Vena cardinalis posterior kommunicirt. Dieser venöse Sinus erstreckt sich nur so weit distalwärts, als Pronephros reicht, nicht nur der Pronephros I, von dem wir eben sprechen, sondern soweit überhaupt Pronephrosreste zu finden sind, in Fig. 4 bis zu Pronephros IV. Eine weit offene Kommunikation distalwärts fand ich niemals, wohl aber sah ich zuweilen kleine Venenstämmchen, die mit den hinteren Kardinalvenen in Verbindung stehen, in den Sinus einmünden. Der venöse Raum enthält gewöhnlich Blutgerinnsel.

Wie schon erwähnt, fasse ich die Trichter mit den inneren Hohlräumen, in die sie münden, sowie die Glomeruli, zwischen denen jene Hohlräume liegen, als einen Malpighi'schen Körper auf. Charakteristisch für das Organ von *Myxine* in diesem Entwickelungszustand ist, dass die einzelnen Trichterkanäle nicht in einen gemeinsamen Sammelgang, den Vornierengang, münden[1]). Diese Reduktionserscheinung ist indessen nichts Besonderes bei älteren Vornieren. Ich konnte sie in ganz ähnlicher Weise auch bei *Ichthyophis* in älteren Stadien beobachten (13, Taf. II Fig. 4 b und 4 c. Den Beginn dieser Rückbildung sieht man bei *Ichthyophis* auf Taf. I Fig. 3. Vornierenkanal I und II).

1) Was Wilhelm Müller bei seinen Objekten als einen Abschnitt des Vornierenganges im Bereich der Vorniere beschreibt, ist offenbar nichts Anderes als die Wandung des Malpighi'schen Körpers. Man vergleiche seine Beschreibung mit meinen Rekonstruktionsbildern Fig. 3 und 4.

Das, was bisher bei *Myxine* als Vorniere beschrieben worden ist, ist also nichts Anderes als der abgelöste Malpighi'sche Körper einer solchen, der in die Wand eines venösen Sinus sozusagen eingestülpt ist. Genau wie bei gnathostomen Wirbelthieren bemerken wir, dass die Vornierenkanäle einen Aussentrichter, mit dem sie in die offene Leibeshöhle (hier Perikardialhöhle) münden, besitzen und einen Innentrichter, der in die abgekapselte Leibeshöhle, den Binnenraum des Malpighi'schen Körpers, führt (Fig. 6). Bemerkenswerth für das Organ bei *Myxine* ist nur die Vermehrung sowohl der Aussentrichter wie der Innentrichter bei vielen, nicht bei allen, Vornierenkanälen (vergl. besonders Fig. 4). Die Mündungen der Aussentrichter bedecken fast die ganze freie Oberfläche des Organes gegen die Perikardialhöhle hin. Doch lässt sich fast immer eine gewisse Anordnung in eine laterale und eine mediale Reihe erkennen (Figg. 1 und 2), obwohl auch intermediäre Trichter vorkommen, und diese Theilung setzt sich auch in das Innere des Organes, auf die Einmündung der Trichter in den Hohlraum des Malpighi'schen Körpers fort (vergl. Figg. 3 und 4). Wir beobachten demnach Andeutungen einer beginnenden Längstheilung des Malpighi'schen Körpers von Pronephros I. Dieselbe ist aber doch noch nicht so weit vorgeschritten, um die Einheitlichkeit des Gebildes ausgeprägt zu alteriren und erstreckt sich, soweit ich ausmachen kann, nicht auf die Glomeruli. Es ist sehr wohl möglich, dass auf früherern Stadien die medialen und lateralen Kanäle noch durch gemeinsame Verbindungsstücke verbunden sind und vereint, nicht getrennt, in den zu jener Zeit hier noch vorhandenen Vornierengang münden.

Was die Zahl der Kanäle anlangt, so sind die individuellen Schwankungen sehr grosse. Dies wird sehr deutlich durch Figur 3 demonstrirt, wo man die bedeutende Verschiedenheit der rechten und linken Seite vor Augen hat. Im Allgemeinen sind proximal die lateralen, distal die medialen Kanäle besser ausgebildet. Während man bei dem Objekte von Figur 3 über ein Dutzend sowohl medialer als lateraler Kanalsysteme anzunehmen hat, finden sich bei dem Objekt Figur 4 Pronephros I*a* und I*b* zusammen nur 6 mediale und 6 laterale Kanalsysteme. Dafür erstrecken sich aber rudimentäre Fortsetzungen des Pronephros (Pronephros II*a* und *b*, III und IV) hier viel weiter hinab als in Figur 3, wo sie auf der linken Seite ganz fehlen.

Ausser dieser beginnenden Längstheilung des Organs bemerkt man aber nicht selten eine mehr oder minder deutliche Quertheilung, einen Zerfall in zwei hinter einander gelegene Abschnitte. Bei den Objekten Fig. 2 und 3 war eine solche nicht wahrnehmbar. Bei dem Objekt von Fig. 1 ist sie, wie Schnitte lehren, eben angedeutet. Bei dem Objekt von Fig. 4 ist es zu einem wirklichen Zerfall von Pronephros I gekommen. Derselbe erstreckt sich aber nur auf den Malpighi'schen Körper (Pronephros I*a* und I*b*) und berührt nicht den venösen Sinus, in dem die beiden Theilstücke liegen.

Dem distalen Ende des von mir als Pronephros I bezeichneten Organs liegt nun an seiner medialen vorderen Seite konstant ein kleineres Gebilde an, welches auch von Kirkaldy gesehen worden ist und von ihr folgendermaassen beschrieben wird. „At the posterior end a glomerulus is present (Fig. 2, gl.), extending along

the inner side of the head kidney for about one fourth of its length. Posteriorly it is enclosed in a sheath of its own, but towards the front end this becomes indistinct and the glomerulus tissue is interwoven with that of the pronephros.“ Ich bezeichne dieses Gebilde als Mesonephros I. Es besitzt durchaus den Bau eines Malpighi'schen Körperchens des Mesonephros oder der Urniere und liegt topographisch genau in der proximalen Verlängerung der Reihe der Malpighi'schen Körperchen, die man seit lange als solche der Urniere aufgefasst hat. Dieses Malpighi'sche Körperchen liegt dem Ende von Pronephros I gewöhnlich innigst an, ohne aber wie jenes in die Venenwand eingestülpt zu sein. Es besitzt einen kleinen, zuweilen gelappten Glomerulus, der in den von der Kapsel umschlossenen Binnenraum frei hineinragt. Von dem Malpighi'schen Körper des Pronephros fand ich seine Kapsel wie seinen Glomerulus stets scharf gesondert. Zuweilen fand ich überhaupt keine Verbindung mit Pronephros I (Fig. 3, rechte Seite). In anderen Fällen aber sah ich auf das Deutlichste Vornierentrichter in das Lumen jenes Malpighi'schen Körpers münden, so in Fig. 3, linke Seite, und Figur 4 (Verbindungskanal I). Fig. 7 auf Taf. II giebt einen Querschnitt der linken Vorniere von Fig. 3 wieder gerade an der Stelle, an welcher der Trichter des Verbindungskanals von Pronephros I einmündet. Distalwärts ist die Kapsel des Malpighi'schen Körperchens von Mesonephros I gewöhnlich nicht abgeschlossen, sondern verengert sich zu einem mehr oder weniger feinen Strange, der meist ein Lumen behält, sich abwärts wieder erweitert und in dieser Erweiterung einen neuen Glomerulus in sich trägt. Ich habe diese zweite Erweiterung mit dem zugehörigen Glomerulus als Mesonephros II bezeichnet (Figg. 1, 2, 3). Es kann vorkommen, dass Mesonephros II seinerseits wiederum in mehrere Theile zerfallen ist und mehrere Glomeruli besitzt (Fig. 2; Fig. 3, rechte Seite). In der Gegend von Mesonephros II pflegt gewöhnlich der Vornierengang zunächst als solider Strang zu beginnen. Distalwärts erhält er aber bald ein Lumen, und in dieses mündet der Hohlraum von Mesonephros II durch einen längeren oder kürzeren Kanal (Fig. 1, Fig. 3). Nur in einem der von mir untersuchten Fälle (Fig. 4) fehlte ein solcher Mesonephros II, das heisst ein Malpighi'sches Körperchen der Urniere, dessen Kapsel mit der von Mesonephros I offen kommunicirt, vollständig.

Noch weiter abwärts tritt dann Mesonephros III auf; es ist ein gewöhnliches Malpighi'sches Körperchen der Urniere, und sein Hohlraum steht, was die von mir untersuchten Exemplare anlangt, weder mit Mesonephros II noch mit den nun in schöner segmentaler Ordnung folgenden distalen Malpighi'schen Körperchen in Verbindung.

Von grosser principieller Bedeutung ist der Zusammenhang von Mesonephros I und Mesonephros II. Ich erblicke darin, wie ich unten noch weiter auseinandersetzen werde, eine vollkommene Bestätigung meiner früher ausgesprochenen Ansichten von dem Wesen der Malpighi'schen Körper.

Auch Pronephros I hört in der Mehrzahl der Fälle distalwärts nicht einfach auf, sondern entsendet eine strangförmige, nicht selten hohle Fortsetzung abwärts, in der dann Erweiterungen und in diesen Glomeruli auftreten. Ihre Zahl und Anord-

nung ist eine sehr wechselnde, wie das bei offenbar rudimentären Gebilden nicht anders zu erwarten ist. In Fig. 1 sehen wir zwei Pronephrosrudimente, Pronephros II und III, von denen das obere mit Pronephros I zusammenhängt und blind endigt; das untere liegt abgeschlossen für sich dem Vornierengange an, ohne in denselben einzumünden.

Bei den Objekten Fig. 2 und 3, linke Seite, konnte ich kein Rudiment von Pronephros II auffinden. Dagegen fanden sich bei dem Objekt von Fig. 4 nicht weniger als drei wohlausgebildete Vornierenrudimente unterhalb Pronephros I. Ich habe dieselben mit Pronephros II, III und IV bezeichnet. Pronephros II ist seinerseits wieder in zwei neben einander liegende Stücke (II a und II b) gespalten, und da auch Pronephros I aus zwei Stücken besteht, haben wir nicht weniger als sechs separate Vornierentheile. Das Wichtigste aber ist, dass dieselben sämmtlich mit Ausnahme von Pronephros I a und IV mit dem grossen MALPIGHI'schen Körperchen von Mesonephros I deutlich verbunden sind; Pronephros I b durch einen schon ausgebildeten Trichterkanal (Verbindungskanal I), ähnlich wie in Fig. 3 linke Seite und Fig. 7; Pronephros II a, II b und III durch längere und dünnere Kanäle, Verbindungskanal I—IV, deren Lumina und Mündungen aber überall gute Ausbildung zeigen.

Auch diese Pronephrosrudimente sind sämmtlich in venöse Räume eingestülpt, die mit demjenigen von Pronephros I a und b in offener Kommunikation stehen und bei Pronephros IV als solche endigen, obwohl sich hie und da Kommunikationen mit kleineren Venen nachweisen lassen.

Eine Verbindung von Pronephros I mit dem Vornierengange fand sich in keinem Falle, ebenso wenig eine solche der weiter abwärts auftretenden Vornierenrudimente. Nur Pronephros IV Fig. 4 besass ein kleines Kanälchen, das aus seinem MALPIGHI'schen Körper austretend sich an den hier oben beginnenden Vornierengang anlegte, ohne indessen eine wirkliche Einmündung in ihn zu besitzen.

Was die Gefässversorgung der Glomeruli der Vorniere und von Mesonephros I und II anlangt, so erfolgt dieselbe aus dem vordersten Abschnitt der Aorta. Da mir frisches Material nicht zur Verfügung stand, und genaue Angaben über so feine Gefässstämme und ihre Vertheilung ohne Kontrolle durch Injektionspräparate — in diesem Falle wenigstens — misslich sind, lasse ich diesen Gegenstand vorläufig auf sich beruhen und habe auch in die schematischen Rekonstruktionen Fig. 3 und 4 die Gefässversorgung des Pronephros und Mesonephros I und II nicht mit eingetragen. Von Mesonephros III an tritt je eine starke Arterie aus der Aorta an jedes MALPIGHIsche Körperchen heran, bildet im Inneren desselben den Glomerulus und tritt als Arterie wieder aus, um sich ausserhalb von Neuem in Kapillaren aufzulösen, wie dies schon von W. MÜLLER beschrieben worden ist und allgemeine Gültigkeit für alle MALPIGHI'sche Körperchen des Mesonephros und Metanephros bei allen Kranioten hat.

Noch auf einen Punkt möchte ich eingehen. Wie erwähnt, besitzt Pronephros I wohlausgebildete Aussen- wie Innentrichter. Aussentrichter fehlen dagegen den weiter abwärts liegenden Vornierenrudimenten, Pronephros II—IV, und

ebenso allen Mesonephroselementen. Dagegen besitzen die Theile stets dann, wenn sie nicht allzu rudimentär geworden sind, eine Art Innentrichter. Derselbe lässt sich an günstigen Objekten auch in den unteren Abschnitten des Exkretionssystems deutlich erkennen. Untersucht man ein beliebiges Malpighi'sches Körperchen des Mesonephros, so sieht man einen kurzen Kanal aus dem Vornierengang austreten und scharf abgesetzt in den weiten Hohlraum des Körperchens einmünden. Das Epithel des letzteren ist stark abgeflacht und zeigt das gewöhnliche Verhalten. Das Kanälchen besitzt ein mittelhohes Cylinderepithel, dessen Zellen, Protoplasma sowohl wie Kern, sich stark mit Farbstoffen tingiren. Dieses Kanälchen mündet scharf abgesetzt in das eine Ende des Säckchens, welches das Malpighi'sche Körperchen darstellt (Taf. II Fig. 8). Die Gefässe pflegen auf der entgegengesetzten Seite ein- und auszutreten.

Das Epithel des Vornierenganges ist im Allgemeinen sehr hoch. Die verhältnissmässig kleinen, runden Kerne liegen immer an der Basis. Das Protoplasma zeigt eine körnige Beschaffenheit und eine sehr deutliche Längsstreifung, wie dies schon von W. Müller richtig erkannt worden ist. Ihre freie Oberfläche trägt einen deutlichen Bürstenbesatz, der sich aber nur bei starken Vergrösserungen erkennen lässt und wegen seiner Feinheit auf der bei schwacher Vergrösserung gezeichneten Fig. 8 nicht dargestellt werden konnte. Auf dem Querschnitt erscheint die Schleimhaut gewulstet. Die Wülste resultiren aus einer verschiedenen Länge der frei in das Lumen ragenden protoplasmatischen Theile der Zellen. Es sind Längswülste. Die basalen Theile der Zellen mit den Kernen nehmen an jener Wulstbildung nicht Theil. In dem Kanälchen, welches den Vornierengang mit dem Malpighi'schen Körperchen verbindet, ist der Charakter der Zellen geändert. Die Kerne sind grösser, mehr elliptisch und färben sich stärker. Keine Protoplasmawülste springen in's Lumen vor, von einer ausgeprägten Körnelung oder Streifung ist nichts zu entdecken. An der freien Oberfläche sah ich weder einen Bürstenbesatz noch Wimpern.

Nach Wimpern habe ich auch eifrig in den Trichterkanälen des Pronephros gesucht. Zwar läugnet ein so genauer Beobachter wie W. Müller nach Untersuchung von konservirtem wie frischem Material das Vorkommen von Wimpern, und Weldon macht dieselbe Angabe für den Pronephros von *Bdellostoma forsteri*. Dagegen glaubt Kirkaldy deutliche Spuren von Wimpern überall in den Trichterkanälen von *Myxine* gesehen zu haben. Es erscheint mir im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass ein gegen das Coelom mit offenen Trichtern mündendes System der Wimperung entbehren soll. Die Entscheidung der Frage stiess aber auf besondere Schwierigkeiten, weil das Innere der in konservirtem Zustande untersuchten Pronephroskanälchen von *Myxine* stets mit eigenthümlichen, fädigen oder netzförmigen Gerinnseln erfüllt ist, welche man auf Figg. 6 und 7 bei schwacher Vergrösserung abgebildet findet. Dieselben unterscheiden sich durchaus von Blutgerinnseln; sie stimmen vollkommen mit den Gerinnseln überein, die ich auch in den Vornieren von *Ichthyophis* und Urodelen gefunden und (13, P. 118) beschrieben habe. Diese Massen im Inneren der

Trichterkanäle stören die Beobachtung so sehr, dass ich mich nicht getraue, eine sichere Entscheidung über das Vorkommen von Wimpern in diesen Theilen abzugeben. Nach wie vor halte ich es aber für durchaus wahrscheinlich.

Um die bei *Myxine* gewonnenen Resultate auch mit den Befunden bei *Bdellostoma* zu vergleichen, habe ich Schnittserien durch den Anfang des Exkretionssystems von *Bdellostoma bischofi* angefertigt. Leider standen mir nur einige in toto konservirte Alkoholpräparate zur Verfügung, deren Erhaltungszustand es unmöglich machte, die feineren Details zu erkennen und gute Abbildungen zu geben. So viel konnte ich mit Sicherheit konstatiren, dass in allen wesentlichen Punkten zwischen *Bdellostoma* und *Myxine* Uebereinstimmung herrscht. Dementsprechend ist also auch die Beschreibung von WELDON (14) zu korrigiren und umzudeuten. Sein „central duct" ist der venöse Sinus, in welchen ein MALPIGHI'scher Körper des Pronephros eingestülpt ist[1]). Allerdings scheinen die Glomeruli bei den von mir untersuchten Exemplaren von *Bdellostoma* — soweit der Erhaltungszustand der Gewebe das zu erkennen gestattet — stärkere Rückbildungserscheinungen durchgemacht zu haben als bei *Myxine*, wo solche Rückbildung allerdings auch bei älterer Exemplaren vorzukommen scheint (siehe unten p. 188). Auch bei *Bdellostoma* sah ich einen Zerfall von Pronephros I in quere Theilstücke und schien es mir, dass die Längstheilung, die bei *Myxine* nur angedeutet ist, bei *Bdellostoma* gelegentlich noch viel weiter fortschreiten kann. Auch dort findet sich Mesonephros im Bereich von Pronephros I, und in einem Falle sah ich einen deutlichen Zusammenhang von Pronephros mit Mesonephros I und II. Einmal sah ich eine Peritonealkommunikation (Aussentrichter) von Mesonephros I. Im Allgemeinen scheinen die Verhältnisse bei *Bdellostoma* noch klarer und handgreiflicher die von mir bei *Myxine* aufgefundenen Thatsachen zu demonstriren. Wesentliche Unterschiede scheinen aber nach keiner Richtung hin vorzuliegen. So erwähne ich dies bloss, indem ich die genauere Untersuchung bei *Bdellostoma* Forschern überlasse, denen gut konservirtes Material zur Verfügung steht, und stütze mich wesentlich auf *Myxine*, von der ich solches Material in ausreichender Menge besitze. Auch bei *Myxine* bleibt natürlich noch Manches zu thun. Vor allem sind die arteriellen und venösen Gefässverhältnisse des Anfangs des Exkretionssystems womöglich an frischem Material mittels Injektionen genauer zu studiren.

---

1) KIRKALDY's „central duct" bei *Myxine* ist offenbar mit dem von WELDON unter diesem Namen bei *Bdellostoma* beschriebenen Gebilde nicht identisch. Was WELDON als „central duct" beschreibt, ist der venöse Sinus, der sich als solcher auch durch das fast konstante Vorkommen von Blutgerinnsel (blood clot), sowohl bei *Myxine* als bei *Bdellostoma* zu erkennen giebt. Was KIRKALDY als „central duct" bei *Myxine* beschreibt, ist dagegen nichts anderes als der Hohlraum des MALPIGHI'schen Körpers von Pronephros I.

Allgemeine Schlussfolgerungen.

Bei der vorangeschickten Beschreibung des Exkretionssystems der Myxinoiden, habe ich in der Namengebung der einzelnen Theile schon eine Deutung derselben eingeschlossen, ohne die Berechtigung dieser Bezeichnungen und damit Deutungen näher zu begründen. Ich will mich zunächst dieser Aufgabe zuwenden und dann die principielle Bedeutung der bei den Myxinoiden gewonnenen Resultate für die Auffassung des Urogenitalsystems der Wirbelthiere im Allgemeinen in's Auge fassen.

Das Gebilde, welches ich als Pronephros I bezeichnet habe, ist von Wilhelm Müller an von allen Autoren als Vorniere gedeutet worden, und obwohl wir bis jetzt die Details seiner Entwickelung nicht kennen, kann die Richtigkeit dieser Deutung doch keinem Zweifel unterliegen.

Allerdings ist es keine vollständige Vorniere, sondern nur der Malpighi'sche Körper einer solchen mit Aussen- und Innentrichtern. Der Vornierengang und die Mündung der Trichterkanäle in denselben sind rückgebildet, ähnlich wie wir dies auch an älteren Vornieren anderer Thiere, zum Beispiel der Amphibien, eintreten sehen. Auf die innige Beziehung des Organs zu der Wand des Venensinus komme ich unten zurück. Dass es sich bei Pronephros I. wirklich um umgebildete Vorniere und nicht etwa um Urniere handelt, wird durch den Bau des Malpighi'schen Körpers selbst, das Münden zahlreicher Trichter in den inneren Hohlraum, das Verhalten der zahlreichen Glomeruli zu der Wand und dem Hohlraum des Körpers bewiesen, ein Verhalten, wie es den Malpighi'schen Körpern der Vornieren anderer Thiere, nicht aber ihren Urnieren eigenthümlich ist, und das sich in sehr ähnlicher Weise bei *Ichthyophis* wiederfindet. Sehr interessant und wichtig ist dabei die beginnende Längstheilung des Organs durch Scheidung medialer und lateraler Trichter, die in mediale beziehentlich laterale Abschnitte des Hohlraums des Malpighi'schen Körpers zwischen den Glomeruli münden (vgl. Figg. 3, 4 und 7).

Auch eine Quertheilung sehen wir sich einleiten. Einmal durch gelegentlichen Zerfall von Pronephros I wie in Figur 4 (Pronephros I*a* und I*b*). Dann aber sind Pronephros II bis Pronephros IV offenbar nichts Anderes als sehr rudimentäre distale Fortsetzungen von Pronephros I. Sie liegen in der unmittelbaren Verlängerung der Bildung und zeigen bei guter Ausbildung genau dieselben Beziehungen zur Venenwand, indem sie in Fortsetzungen des venösen Sinus von Pronephros I eingebettet sind (Fig. 4).

Welches Recht aber habe ich, das Pronephros I medial anliegende Gebilde als Mesonephros I, also als den Beginn der Urniere zu bezeichnen? Nun, jedenfalls dasselbe Recht, mit welchem man die weiter abwärts gelegenen Nierenabschnitte als Urniere auffasst. Mesonephros II unterscheidet sich in keinem wesentlichen Punkte

von Mesonephros III, das ein gewöhnliches Malpighi'sches Körperchen der sogenannten Urniere von Myxine ist. Mesonephros I liegt aber topographisch in unmittelbarer proximaler Fortsetzung von Mesonephros II, und seine Kapsel hängt fast immer unmittelbar mit der Kapsel des letzteren zusammen (Fig. 1, Fig. 3 rechte und linke Seite).

Es fragt sich aber, ob wir überhaupt berechtigt sind, das gesammte distale Exkretionssystem der Myxinoiden als ein Urnierensystem aufzufassen. Diese Frage ist nicht ganz leicht zu entscheiden. Ich selbst habe bei *Ichthyophis* eine segmentale Kammerung des Malpighi'schen Körpers der Vorniere nachgewiesen. Denken wir diesen Process fortschreitend bis zum gänzlichen Zerfall der einzelnen Kammern, so würden wir ein Exkretionssystem erhalten, das demjenigen, wie wir es in den distalen Abschnitten bei Myxinoiden finden, wohl entsprechen würde. Wir hätten uns nur bei letzteren die Aussentrichter sekundär rückgebildet zu denken, was ja häufig auch an gewöhnlichen Vornieren einzutreten pflegt (Teleostier, Urodelen, Anuren).

Der Auffassung dessen, was ich Mesonephros I, II und III nenne, und damit auch seiner distalen Wiederholungen, als Vorniere, steht aber entgegen das unmittelbare Nebeneinandervorkommen mit Pronephros I, II und III (Fig. 1, 3, 4, 7). Wir haben hier handgreiflich zwei Systeme von Malpighi'schen Körpern neben einander. Das eine davon gehört seinem Bau nach unzweifelhaft der Vorniere an. Das zweite stimmt ganz mit den Malpighi'schen Körpern der Urniere der höheren Wirbelthiere überein.

Man könnte meinen, es sei desshalb doch noch keine Urniere, sondern ein blosses Abspaltungsprodukt von den Malpighi'schen Körpern der Vorniere. Die Lagebeziehungen von Mesonephros I zu Pronephros I legt diesen Gedanken sehr nahe, und derselbe wird noch weiter durch die Beobachtung gestützt, dass Trichter von Pronephros I in das Lumen des Malpighi'schen Körperchens von Mesonephros I einmünden (Fig. 3 linke Seite, Fig. 4 und besonders Fig. 7). Ja, es kommt vor, dass auch die rudimentären Pronephros II und III Trichterkanäle zu Mesonephros I entsenden.

In der That weist Alles darauf hin, dass Mesonephros I auf das Allerengste mit Pronephros verknüpft ist. Ob wir es als ein direktes Abspaltungsprodukt aufzufassen haben, oder als einen sekundär angegliederten Leibeshöhlenraum, in welchen Pronephrostrichter mündeten, und der einen seitlichen Gefässzweig erhalten, welcher einen eigenen Glomerulus bildet, wird sich nur durch Studium der Entwickelung entscheiden lassen. Jedenfalls handelt es sich um eine Art „Ableger" des Malpighi-schen Körpers der Vorniere.

Dürfen wir nun einen solchen Ableger als Malpighi'sches Körperchen der Urniere, als Mesonephros bezeichnen?

Ich muss hier auf meine beiden früheren Arbeiten verweisen (12, 13), in denen ich von Anfang an die Ansicht vertreten habe, dass die Malpighi'schen Körperchen der Urniere überhaupt ursprünglich nichts Anderes seien, als Divertikel des Malpighi'schen Körpers der Vorniere (13 P. 165, vergl. auch die Schemata

Tafel XIV), die sich durch Längsabschneidung allmählich gänzlich von letzteren abgelöst haben. Wurde diese Ansicht durch meine Befunde bei *Ichthyophis* schon sehr wahrscheinlich gemacht, so wird sie durch die von mir bei *Myxine* beschriebenen Verhältnisse noch viel fester gestützt. Hier liegen die Malpighi'schen Körper der Vorniere und Urniere in den proximalen Abschnitten nicht nur unmittelbar neben einander, sondern sie stehen durch wohl ausgebildete Trichter in direkter Kommunikation (vergl. besonders Fig. 4 und 7). Eine bessere Illustration meiner theoretischen Anschauungen kann man doch kaum verlangen. Freilich liegt das Malpighi'sche Körperchen von Mesonephros I bei *Myxine* medial und sogar etwas ventral von demjenigen von Pronephros I, während es bei *Ichthyophis* an entsprechenden Stellen, wo beide Systeme neben einander vorkommen, lateral davon liegt. Hier handelt es sich wahrscheinlich aber bloss um sekundäre Lageverschiebungen, deren Erklärung erst durch die Kenntniss der früheren Entwickelung dieser Theile wird gewonnen werden können. Ursprünglich lag wohl das Malpighi'sche Körperchen des Mesonephros in allen Fällen dorsal von dem des Pronephros.

Ebenso findet sich hier eine vortreffliche Illustration meiner Anschauung der Malpighi'schen Körperchen der Urniere, die ich früher in folgendem Satze zusammengefasst habe: „Wir sind genöthigt, das Malpighi'sche Körperchen der Urniere nicht mehr, wie bisher geschehen ist, als eine blasenartig aufgetriebene Kanalstrecke des Urnierenkanälchens aufzufassen, in die ein Glomerulus eingestülpt ist, sondern als ein abgeschnürtes Leibeshöhlendivertikel, in welches ein Urnierentrichter (Innentrichter) einmündet, und in das ein Gefässkanal hineinragt.“ Blicken wir auf Fig. 1 und 3 der vorliegenden Arbeit, so bestätigt uns der Zusammenhang der Kapsel der Malpighi'schen Körperchen von Mesonephros I und II die Richtigkeit dieser Auffassung. Hier haben wir eben noch den Leibeshöhlenraum der durch das Eindringen des Glomerulus von Strecke zu Strecke aufgetrieben ist, ohne bisher noch in einzelne Theilstrecken zerfallen zu sein, wie dasselbe System in seinen höher ausgebildeten distalen Abschnitten (von Mesonephros III an) es erkennen lässt.

Boveri (1, 2, 3) homologisirt bekanntlich die Urnierenkanälchen der Kranioten mit den Genitalkammern des *Amphioxus* und leitet sie genetisch von letzteren Bildungen ab.

In meinen beiden citirten Arbeiten habe ich diese Anschauungen Boveri's bekämpft, und letzterer hat meinen Argumenten in seinem letzten, 1892 erschienenen Werke (3) eine Gegenkritik entgegengesetzt. Leider bezieht er sich dabei nur auf meine erste Mittheilung im anatomischen Anzeiger (12), nicht auf meine ausführliche Arbeit (13), die er nur durch eine Anmerkung bei der Korrektur berücksichtigt, indem er meinen Ausspruch „Weiss sowohl wie Boveri halten diese Kanälchen für Homologa der Vornierenkanälchen der Kranioten“ richtig stellt. In Wirklichkeit hat Weiss zwar die Kanälchen ebenfalls entdeckt, hat sich aber über ihre Homologisirung mit Organen der Kranioten nicht weiter ausgesprochen. Viele Argumente, die Boveri gegen mich vorbringt, werden nun ohne Weiteres dadurch hinfällig, dass das, was Boveri in meinem Gedankengange vermisst, sich in breiter Ausführung in jener grösseren Arbeit findet.

Rückert's (10) und meine Auffassung der Urnierenkanälchen als einer zweiten Generation von Vornieren soll nach Boveri „im Grunde doch nur eine Phrase sein und in Rücksicht auf die Phylogenie ohne jeden Sinn". Er fährt dann fort: „Dies wird auch sofort deutlich, wenn man sich darüber klar zu werden versucht, wie sich denn Semon nun eigentlich die phylogenetische Entwickelung der Urnierenkanälchen denkt. Ich finde keinen Anhalt, um seine Meinung über diesen Punkt, um den es sich doch vor Allem handelt, zu erkennen. Nimmt er an, dass die Urnierenkanälchen, so, wie wir sie jetzt finden, plötzlich bei irgend einem Wirbelthier sozusagen „über Nacht" aufgetreten sind? Dann ist ihre Entstehungsart (die, nebenbei bemerkt, schon durch die ontogenetischen Befunde vollkommen ausgeschlossen werden kann) doch wohl nicht weniger „wunderbar" als die von mir vertretene „Heterogonie".

Wie gesagt, habe ich schon in meiner ausführlichen Arbeit des Weiteren auseinandergesetzt, wie ich mir phylogenetisch das Auftreten jener „neuen Generation" von Exkretionskanälchen beziehentlich ihrer Malpighi'schen Körperchen vorstelle, und habe dies durch schematische Darstellungen (Taf. XIV) erläutert. *Myxine* illustrirt auch dafür meine Anschauungen vollkommen. Der Malpighi'sche Körper (von diesem rede ich vorläufig allein) ihrer Vorniere zeigt in seinen proximalen Abschnitten den Beginn einer Sonderung in einen medialen und lateralen Abschnitt durch Sonderung der Trichter in eine laterale und eine mediale Reihe (Fig. 3, 4 und 6). Im distalen Abschnitt hat sich ein mehr medial gelegener Abschnitt ganz abgegliedert, liegt der Hauptmasse allerdings noch fest an und hängt mit ihm durch von einem zum anderen verlaufende Trichter zusammen. Es bedarf keiner lebhaften Phantasie, um sich mit Hilfe dieser Etappen die Entstehung der Malpighischen Körper der Urniere aus dem der Vorniere vorzustellen.

So viel zu meiner Vertheidigung gegen den Vorwurf, meine Auffassungen seien phylogenetisch nicht vorstellbar und seien in Rücksicht auf die Phylogenie ohne Sinn.

In meiner Erklärung liegt aber auch weiterhin schon die Widerlegung des ferneren Ausspruchs Boveri's: „Oder denkt Semon sich den jetzigen Zustand aus einfacheren Zuständen allmählich abgeleitet? Nun dann giebt er eben zu, dass die Urnierenkanälchen früher etwas Anderes waren, als das, was sie jetzt sind, dass sie also auch etwas Anderes waren als die Vornierenkanälchen, d. h. er steht im Princip auf meinem Standpunkt, und ich sehe nicht ein, warum er denselben bekämpft." Diese Schlussfolgerung ist mir ganz unverständlich. Ich suche natürlich ebenso wie Boveri den jetzigen Zustand aus einfacheren allmählich abzuleiten, Ich thue dies aber, indem ich das Urnierensystem direkt an das Vornierensystem anknüpfe und es mir aus demselben durch eine Art Längsspaltung — zunächst des Malpighi'schen Körpers, dann durch eine allmählich fortschreitende Sonderung der Kanäle, die letzteren mit dem Vornierengang verbinden, — entstanden denke. Boveri lässt das Urnierensystem ganz unabhängig vom Vornierensystem aus den Genitalkammern des *Amphioxus* hervorgehen. Das ist doch etwas ganz Anderes.

Boveri wundert sich, dass sich meine Einwände gegen seine Auffassung nicht auf entwickelungsgeschichtliche Thatsachen stützen, sondern vornehmlich das möglichst

vollkommen ausgebildete Vornierenorgan in's Auge fassen. Ich habe dies desshalb gethan, weil meiner Ansicht nach das Punktum fixum jeder morphologischen Vergleichung die Betrachtung der Organe in ihrer funktionsfähigen Beschaffenheit sein muss. Von da aus dürfen und sollen wir rückwärts gehen und werden dann erst in der Entwickelungsgeschichte einen Lichtträger zu erblicken haben, nicht aber, wenn wir ohne genügende Kenntniss des funktionsfähigen Organs bloss frühe Entwickelungsphasen in's Auge fassen. Ich hatte mir früher desshalb vor Allem zur Aufgabe gestellt, den Bau der wirklich funktionsfähigen Kraniotenvorniere, der bis dahin keineswegs richtig und vollständig erkannt worden war, festzustellen. Der Typus desselben, wie ich ihn bei *Ichthyophis* am besten ausgebildet vorgefunden habe, ist nicht etwa eine Eigenthümlichkeit dieses abseits stehenden Thieres, ebensowenig eine Eigenthümlichkeit der Amphibien, sondern er gilt für alle Kranioten. Ohne die Amphibien zu kennen, könnte man allein durch vergleichende Betrachtung der Petromyzonten, Fische und Amnioten ein Idealbild der Vorniere entwerfen, welches genau die Verhältnisse von *Ichthyophis*, und, wie sich durch die vorliegende Arbeit gezeigt hat, auch von *Myxine* wiedergiebt. An der Vorniere von *Ichthyophis* beziehentlich der Amphibien überhaupt findet sich (ausser der segmentalen Kammerung des Malpighi'schen Körpers der Vorniere) kein einziges charakteristisches Merkmal, das sich nicht — vielleicht schwächer ausgeprägt und undeutlicher erkennbar, aber doch vorhanden — auch an den Vornieren anderer Kranioten fände. Das Argument, es handle sich bei den Coecilien um hoch specialisirte, einseitig entwickelte Zustände an Vorniere oder an Urniere, muss ich desshalb als mit den Thatsachen nicht übereinstimmend zurückweisen.

Die vergleichende Betrachtung der Vornieren und Urnieren, sowohl der ausgebildeten Organe wie ihrer Entwickelung, schien mir durchaus zu dem Resultat zu führen, dass das zweite Organ das Produkt des ersteren sei, und zwar eine Art Abspaltungsprodukt. Wenn ich die Richtigkeit dieser Ableitung beweise, widerlege ich damit die Boveri'sche Vorstellung von dem Funktionswechsel, den die Genitalkammern des *Amphioxus* zu Urnierenkanälchen der Kranioten durchmachen sollen. Warum ich aber gegen Boveri keine entwickelungsgeschichtlichen Argumente in's Feld geführt habe? Einmal weil ich seine Auffassung durch meine Ableitung widerlegt glaubte. Zweitens aber, weil seine erste Mittheilung zu einer Vergleichung der Entwickelungsgeschichte der betreffenden Organe keine Handhabe bot. Inzwischen (2) hat er gezeigt, dass die Genitalkammern des *Amphioxus* aus dem am meisten ventral gelegenen Abschnitt des Urwirbels hervorgehen, und hat in seiner Hauptarbeit die ganze Frage ausführlich erörtert. Auf seiner Tafel 34 giebt er vier schematische Querschnitte zur Illustrirung der Mesoblast-Differenzirungen bei Akraniern und Kranioten. Gegen diese Schemata habe ich nichts einzuwenden, aber sie sind in einem Punkte nicht vollständig, und dieser Punkt ist leider gerade ein fundamentaler. Boveri vergleicht die verschiedenen Abschnitte des Urwirbels bei Kranioten und Akraniern und unterscheidet in Anlehnung an Rückert ein Myotom (auf seinen Bildern roth), ein Sklerotom

(blau) und das ventrale Ende des Urwirbels, das er mit gelber Farbe bezeichnet. Bei *Amphioxus* heisst diese Strecke nun auf seinen Bildern Gonotom (*gt*), bei den Kranioten aber Gononephrotom. Die Entstehung der von ihm selbst entdeckten Vornierenkanälchen bei *Amphioxus* übergeht BOVERI bei allen diesen Erörterungen mit Stillschweigen. Im beschreibenden Theil seiner Arbeit hat er angegeben, dass er über sie keine Beobachtungen hat machen können. Vermuthungsweise leitet er sie aus dem parietalen Blatte des Mesoblasts ab (pag. 465). Mindestens ebenso wesentlich erscheint mir aber die Frage, aus welchem Theil der Leibeshöhle sie stammen, ob aus dem eigentlichen Urwirbel oder aus dem Abschnitt, der zur unsegmentirten Leibeshöhle wird und von BOVERI auf seinen Bildern mit grüner Farbe bezeichnet wird. BOVERI scheint letzteres anzunehmen, und die Entwickelung der Nierenkanälchen bei *Amphioxus* ist ja auch schwer anders zu denken.

Bei den Kranioten entsteht die Anlage des Vornierensystems von der Stelle aus, wo Ursegment und Seitenplatten zusammenstossen (Selachier, Amphibien, Vögel). Das RÜCKERT'sche Gononephrotom enthält also in seinen proximalen Abschnitten das Bildungsmaterial für Vornierenkanälchen (ventral) und Urnierenkanälchen (dorsal), soweit beide neben einander vorkommen; in seinen distalen das Bildungsmaterial für Urnierenkanälchen und wenigstens bei den Selachiern auch der Genitalanlage. Oder anders ausgedrückt: aus dem Uebergangstheil von Somit in Seitenplattencoelom geht in proximalen Segmenten Vorniere, in distalen Segmenten (wenigstens bei Selachiern) Genitalanlage hervor. Vorniere und Genitalanlage entstehen also aus dem Uebergangsstück von Somit in Seitenplattencoelom. Was den genauen Ort der Entstehung anlangt, so lässt sich, da beide Bildungen bei Selachiern nicht in denselben Segmenten auftreten, nicht entscheiden, welche von ihnen im Vergleich zur anderen im Ursegment mehr ventrale Lage hat. Jedenfalls ist kein Schatten eines Grundes dafür anzunehmen, dass bei Selachiern oder bei irgend welchen anderen Kranioten die Keimdrüse in mehr dorsal gelegenen Theilen des Coeloms angelegt werde, als die Vorniere. Bei Amphibien ist sogar sicher das Umgekehrte der Fall: die Vorniere entsteht noch im segmentirten Mesoblast, die Keimdrüse im unsegmentirten. Aber halten wir uns an die Selachier, die von BOVERI ja in den Vordergrund gestellt werden, und an die RÜCKERT'schen Definitionen.

Das Gonotom von *Amphioxus* entspricht ebenfalls nach BOVERI dem ventralsten Abschnitt des Somiten, in frühen Stadien dem Uebergangsstück zwischen diesem und den Seitenplatten. Der Ort der Entstehung der Nierenkanälchen, die Quelle, aus der sie ihr Bildungsmaterial beziehen, ist noch unbekannt. Es ist wohl möglich, dass auch bei den Akraniern das Material für die Bildung der Nierenkanälchen in letzter Linie aus dem sogenannten „Gonotom" BOVERI's stammt, dass es aber bei der sehr frühzeitigen Ablösung von Somit und Seitenplatten den letzteren angeschlossen wird. Aber darüber wissen wir nichts, und die Entstehung der Nierenkanälchen des *Amphioxus* ist eine Unbekannte in unserer Rechnung. Bekannt ist nur, dass aus dem Gonotom von *Amphioxus* Genitalkammer, aus dem entsprechenden Gononephrotom der Selachier Urniere, Vorniere und Genitalanlage entstehen. Wie

will man daraus folgern, dass das Gonotom des *Amphioxus* nun gerade der einen jener drei Bildungen, der Urniere der Kranioten homolog sein soll?

Bei dieser Lage der Dinge glaube ich recht daran zu thun, die Gesichtspunkte für die Entscheidung der Frage, aus welchem präexistirenden Organ die neu auftretenden Urnieren der Kranioten abzuleiten sind, nicht bei den Akraniern, sondern bei den Kranioten selbst zu suchen. Die Vergleichung der fertigen und der sich entwickelnden Organe hat dabei Hand in Hand zu gehen, und die Resultate, zu denen meine Untersuchung der ausgebildeten Exkretionsorgane von *Myxine* geführt hat, dienen meinen früher ausgesprochenen Anschauungen durchaus zur Stütze. Könnten diese bei den Myxinoiden gewonnenen Resultate auch noch entwickelungsgeschichtlich gestützt und erweitert werden, so würde das natürlich von grosser Bedeutung sein. Leider schien dazu wenig Aussicht, als ich meine Untersuchungen begann, denn alle Versuche, entwickelungsgeschichtliches Material der Myxinoiden zu erhalten, waren gescheitert. Da wurde die wissenschaftliche Welt durch eine kleine Mittheilung überrascht, in der von G. C. Price drei verschiedene Entwickelungsstadien von *Bdellostoma stouti* kurz beschrieben, und eine ausführliche Bearbeitung in Aussicht gestellt wurde (7). Wir erfahren durch ihn, dass sich bei den Myxinoiden die Kiemenregion über ungefähr 35 Segmente ausgedehnt hat, und dass das Exkretionssystem ursprünglich nicht nur die hinteren Körperabschnitte durchzieht, sondern durch die ganze spätere Kiemenregion des erwachsenen Thieres sich erstreckt, ja noch eine Strecke weiter kranialwärts reicht.

Die auf die Entwickelung des Exkretionssystems bezüglichen Angaben von Price sind so wichtig, dass ich sie hier in extenso wiedergebe: „Das Exkretionssystem anlangend, so erstreckt es sich im Stadium *A* durch 69 Segmente. Im vordersten dieser Segmente, welches der Lage nach dem 11. Spinalganglion entspricht, findet man eine einfache Verdickung der Somatopleure. Im zweiten Segment bewirkt eine leichte Ausstülpung die Anlage eines Vornierenkanälchens, und dieses ist durch eine verdickte Platte der Somatopleure mit einem gleichen Kanälchen des dritten Segmentes verbunden. Caudalwärts sind die Kanälchen in der Entwickelung weiter vorgeschritten. Die sie verbindende Verdickung wandelt sich zunächst in einen Wulst und dann in einen nun völlig von der Somatopleure abgelösten Strang um. Dieser Strang ist der Segmentalgang. Die Mündungen der Segmentalkanälchen schieben sich eine kurze Strecke weit in den Segmentalgang vor, ohne jedoch die gleiche Mündung im Nachbarsegment zu erreichen. Im letzten Segment ist kein Kanälchen vorhanden. In einigen der am weitesten caudal gelegenen Segmente haben die Kanälchen ihre Verbindung mit dem Coelom eingebüsst. Der Segmentalgang erstreckt sich in diesem Stadium ebenso weit, wie beim erwachsenen Thiere, kommt aber nicht mit dem Hypoblast in Berührung.

Die angeführten Thatsachen berechtigen uns, das ganze System als Pronephros zu deuten.

Im Stadium B haben sämmtliche Kanälchen, mit Ausnahme einiger vorderer, ihre Verbindung mit dem Coelomepithel eingebüsst. In den letzten 19 Segmenten

sind die Segmentalkanälchen spurlos verschwunden. Dasselbe soll beim erwachsenen Thiere in grosser Ausdehnung der Fall sein. Der grösste Theil des Segmentalganges hat eine Lichtung erhalten. Das hintere noch massive Ende desselben ist mit dem Hypoblast in Berührung gekommen.

Im Stadium C sind alle Spuren des exkretorischen Segments in den 20 vordersten jener 69 Segmente verschwunden. In den zunächst darauf folgenden, d. h. den unmittelbar hinter den Kiemen gelegenen Segmenten, haben sich die Segmentkanälchen in die beim erwachsenen Thiere sogenannten Kopfniere (WELDON 1884) umgewandelt. Im vorliegenden Stadium sind jedoch die Verhältnisse noch viel einfacher als beim erwachsenen Thiere. Die übrigen Kanälchen, welche dem Metanephros nach WELDON entsprechen, haben Glomeruli erhalten. Der Segmentalgang öffnet sich in die Kloake.

Diese Thatsachen zeigen, dass das exkretorische System in frühen Embryonalstadien durch die ganze spätere Kiemenregiou des erwachsenen Thieres sich erstreckt, ja noch eine Strecke weiter kranialwärts reicht. Diese Verhältnisse gewinnen noch mehr an Interesse, wenn man die von BOVERI bei *Amphioxus* nachgewiesenen Exkretionsorgane in Berücksichtigung zieht.

Ich kann mit Bestimmtheit die Behauptung aufstellen, dass die von WELDON 1884 als Pronephros und als Mesonephros unterschiedenen Abschnitte beim erwachsenen Thiere sich aus einer in jeder Beziehung gleichartigen und einheitlichen Embryonalanlage differenziren, und dass der Segmentalgang im grössten Theil seines definitiven Verlaufs im Anschluss und in Verbindung mit den Anlagen der Segmentalkanälchen entsteht.“

Diese kurzen Mittheilungen sind von ausserordentlicher Wichtigkeit. Was zunächst die Ausdehnung des Systems durch die ganze Kiemenregion und die dahinter liegenden Theile des Rumpfes anlangt, so wird durch diesen Befund die Anschauung durchaus bestätigt, die ich früher mit den Sätzen ausgedrückt habe: „Aus der Ausdehnung des Vornierenganges und des MALPIGHI'schen Körpers der Vorniere beziehentlich dessen Fortsetzung durch den ganzen Rumpf des Thieres, aus dem ganz allmählichen Rudimentärwerden der Querkanäle gegen die distalen Abschnitte hin, endlich aus dem Umstand, dass da, wo die Querkanäle ganz aufhören, sie durch Bildungen vertreten werden, die genetisch aus Theilen von ihnen abzuleiten sind, lässt sich der berechtigte Schluss ziehen, dass sich ursprünglich die Vorniere in voller Ausbildung von der Herz- bis zur Kloakengegend erstreckt hat“ (p. 150) und: „Bei den Kranioten fanden wir das Urogenitalsystem ebenso wie die unsegmentirte Leibeshöhle auf die hinter den Kiemen gelegene Region beschränkt. Bei *Amphioxus* erstreckten sich die Leibeshöhle, Harn und Geschlechtsorgane nach vorn durch die ganze Kiemenregion hindurch. In dieser Eigenthümlichkeit von *Amphioxus* sehe ich einen sehr primitiven Charakter. Die Entwickelungsgeschichte der Kranioten zeigt mit grösster Deutlichkeit, dass auch bei ihnen das Coelom ursprünglich ebenso weit nach vorn gereicht hat, als bei *Amphioxus*. Die Abwesenheit der Leibeshöhle und mit ihr der Harn und Geschlechtsorgane bei Kranioten im Kiemenbereich ist auf

eine sekundäre Rückbildung zurückzuführen“ (p. 191). „Für weitere sekundäre Abänderungen bei *Amphioxus* halte ich — — — besonders die noch weitergehende räumliche Einschränkung der Exkretionskanälchen auf den vorderen Körperabschnitt, so dass sie über die Kiemengegend nicht weiter nach hinten reichen.“ (p. 192).

Hat nun aber Price Recht, die Segmentalkanälchen, die er auf Stadium A und B beschreibt, auch sämmtlich als Vornierenkanälchen anzusprechen? Unbedingt, wenn seine Beobachtung richtig ist, dass der Vornierengang im grössten Theile seines definitiven Verlaufs im Anschluss und in Verbindung mit den Anlagen jener Kanälchen entsteht. Urnierenkanälchen entstehen bei allen Kranioten niemals im Anschluss und in Verbindung mit dem Vornierengang. Sie gewinnen erst viel später Beziehungen zu ihm. Dagegen geht die Bildung des Ganges konstant von den vordersten Vornierenkanälchen aus. Sein selbstständiges Weiterwachsen nach hinten habe ich stets für eine cänogenetische Erscheinung gehalten. Bei *Myxine* finden wir noch das primitive Verhältniss, dass der Gang im grössten Theile seiner Länge von den Kanälchen gebildet wird und einen von ihnen geschaffenen Sammelgang darstellt. Jedenfalls sind seine Bildner als solche ohne Weiteres als Vornierenkanälchen charakterisirt. Auf die bisher nur für Selachier, Vögel und Säugethiere sicher nachgewiesene Beziehung des Ganges zum Ektoderm gehe ich nicht ein. Diese Frage scheint mir, ebenso wie die Homologisirung des Vornierenganges der Kranioten mit dem Peribranchialraum von *Amphioxus*, noch nicht spruchreif, und wage ich hierüber kein positives Urtheil abzugeben.

Es könnte als ein Widerspruch erscheinen, dass ich mit Price die von ihm beschriebenen Segmentalkanälchen vom Stadium A und B als Pronephroskanäle auffasse, da ich doch bei meiner Beschreibung des ausgebildeten Exkretionssystems gewisse Theile als Mesonephros beschrieben habe. Dieser Widerspruch ist aber nur ein scheinbarer. So sehr ich sonst mit Price übereinstimme, halte ich doch seinen Ausspruch: „Ich kann mit Bestimmtheit die Behauptung aufstellen, dass die von Weldon 1884 als Pronephros und als Mesonephros unterschiedenen Abschnitte beim erwachsenen Thiere sich aus einer in jeder Beziehung gleichartigen und einheitlichen Embryonalanlage differenziren“, in dieser Fassung nicht haltbar ist. An den Vornieren aller Kranioten, soweit dieselben nicht ganz rudimentär bleiben, haben wir drei Elemente zu unterscheiden: den Vornierengang, die segmentalen Querkanälchen und den Malpighi'schen Körper. An den Urnieren zwei Elemente: die Urnierenkanälchen, die in den Vornierengang mit einmünden, und die Malpighi'schen Körperchen. Price hat nun aber bloss gezeigt, dass die segmentalen Kanäle, auch diejenigen, die sich in sehr jungen Stadien in den distalen Abschnitten des Exkretionssystems der Myxinoiden finden, Vornierenkanäle sind. Ueber die Entstehung der Malpighischen Körperchen sagen seine bisherigen Angaben nicht das Geringste. Dagegen habe ich durch Untersuchung von ausgebildeten oder nahezu ausgebildeten Myxinoiden bewiesen, dass bei ihnen Malpighi'sche Körper der Vorniere und der Urniere in denselben Segmenten neben einander vorkommen, die da, wo sie am vollständigsten ausgebildet sind (Figg. 3, 4, 6) noch in direktem Zusammenhange mit einander stehen.

In dem Price'schen Material findet sich für die Feststellung der Entwickelung des Exkretionssystems zwischen Stadium B und C eine besonders empfindliche Lücke. Indessen glaube ich, dass selbst für den Fall, dass so bald keine Zwischenstadien aufgefunden werden, doch schon aus Stadium C, durch ein genaues Studium der Region, in der, wie ich gezeigt habe, Malpighi'sche Körper der Vorniere und der Urniere neben einander vorkommen, die wichtigsten Fragen sich werden lösen lassen. Die erste betrifft den Bau und die Genese der Malpighi'schen Körper der Vor- und Urniere und ihr Verhältniss zu einander. Von der Theilung der Malpighi'schen Körper aus habe ich schon in meiner früheren Arbeit (13 p. 166) die Entstehung der Urniere aus der Vorniere abgeleitet. Bei Myxinoiden finden wir an gewissen Stellen diese Theilung noch nicht fertig vollzogen. Die Untersuchung früher Stadien wird uns wohl sicher hier Einblicke in die eigentliche Natur der Theilung gewähren: handelt es sich um eine wirkliche Spaltung oder eine Art Knospenbildung, vielleicht auch um Angliederung einer neuen Leibeshöhlenkammer? Zweitens ist die Frage zu entscheiden: Münden da, wo beide Systeme von Malpighi'schen Körpern neben einander vorkommen, dieselben zusammen oder getrennt in den Vornierengang, und ist letzteres der Fall: wie bildet sich die selbstständige Kanalverbindung des Malpighi-schen Körpers der Urniere in den Vornierengang heraus? Wahrscheinlich werden diese Verhältnisse bei den Myxinoiden, wo sich das Urnierensystem eben erst in statu nascendi befindet, weniger cänogenetisch verhüllt sein, als bei den höheren Kranioten. Allerdings darf nie vergessen werden, dass das Urnierensystem der Myxinoiden, so primitiv es der Hauptsache nach auch ist, doch auch schon durch Verlust der Aussentrichter eine Umbildung erlitten hat, und dass der Mangel einer Verbindung des Exkretionssystems mit dem Genitalsystem bei Myxinoiden ebenso wenig etwas Primitives ist, als bei Petromyzonten und Teleostiern.

Zum Schlusse habe ich noch auf die Frage einzugehen: was haben wir für die Nebenniere der Myxinoiden anzusehen, oder fehlt ein solches Organ vielleicht noch ganz bei der niedersten Klasse der Kranioten? Ich bemerke dabei, dass ich bei dieser Erörterung nur den nicht nervösen Theil der Nebenniere im Auge habe.

Ich schliesse mich hier nun in einem Punkte durchaus an Weldon (15) an. Bei Myxinoiden funktionirt das, was ich bei den von mir untersuchten Thieren als Pronephros bezeichnet habe, wohl sicherlich als Nebenniere. Dass es kein schlechthin rudimentäres, funktionsloses Organ ist, wird dadurch bewiesen, dass es sich beim fortschreitenden Wachsthum des Thieres nicht verkleinert, sondern sogar voluminöser, besonders dicker wird, ohne sich in seinem Bau wesentlich zu ändern. Kirkaldy hat angegeben, dass bei geschlechtsreifen Exemplaren das Lumen der inneren Theile der unteren Vornierenkanäle sich verengert, wohl auch ganz obliterirt, der Charakter der Epithelzellen sich ändert. Auch sollen die Glomeruli in den untersten Abschnitten des Organs nicht mehr erkennbar sein und das Lumen des von Kirkaldy sogenannten „central duct", den ich ja als den Hohlraum des Malpighi'schen Körpers auffasse, verschwinden. Solche Veränderungen habe ich an nahezu geschlechtsreifen Exemplaren, die ich untersucht habe, nicht nachweisen können. Wahrscheinlich waren

aber die von mir untersuchten Thiere nicht alt genug. Aber ganz abgesehen von solchen Umbildungen, die das Organ auch histologisch dem nicht nervösen Theil der Nebenniere der höheren Anamnier noch ähnlicher machen würde, halte ich die Gleichwerthigkeit der Organe trotz ihres verschiedenen Aussehens doch für sicher. Weldon (14, 15) schreibt allerdings, die Nebenniere der höheren Kranioten sei ein in analoger Weise entstandenes Rückbildungsprodukt eines Theiles der Urniere. In meiner ausführlichen Arbeit habe ich aber nachgewiesen, dass die Nebenniere der höheren Kranioten nichts Anderes ist als ein Umbildungsprodukt der distalen Fortsetzung des Malpighi'schen Körpers der Vorniere. Ich konnte sogar zeigen, wie sich unter Verschwinden des Glomerulus und des Lumens des Malpighi'schen Körpers das Ende der wohlausgebildeten Vorniere von *Ichthyophis* noch nachträglich in typische Nebenniere umwandelt. Wie es aus meinen Figuren 23—26 Tafel VII jener Arbeit hervorgeht, sind es wohl vorwiegend die Innentrichter und die Kanalstrecke, in die sie sich fortsetzen, die sich zu Nebennierenballen umwandeln. Hans Rabl (8) hat dann später die Entwickelung der Nebennieren bei Vögeln untersucht, und seine Befunde stehen in vollstem Einklange mit denjenigen, zu denen ich durch Untersuchung des Urogenitalsystems von *Ichthyophis* gelangt war, und die ich auf die Nebennieren aller Kranioten ausgedehnt hatte. Natürlich habe ich durch diese neuen Funde und die Verallgemeinerung ihrer Resultate eo ipso die in einer älteren Arbeit (11) von mir vertretene Anschauung zurückgenommen, die Nebennierenstränge stammten von der Urniere ab. Ich bemerke bei dieser Gelegenheit auch, dass ich jetzt nach meinen Untersuchungen bei *Ichthyophis* einen von Anfang an vorhandenen Zusammenhang der Genital- und Urnierenanlage für alle Wirbelthiere annehme, bei denen das ursprüngliche Verhältniss gewahrt ist und das Nierensystem zur Herausleitung der männlichen Keimstoffe dient, kein nachträgliches „Heraussprossen" von Strängen aus der Urniere in die Keimdrüse, wie ich es früher selbst für das Hühnchen beschrieben habe.

Was nun bei halb oder ganz ausgewachsenen *Myxinen* Pronephros genannt wird, ist ebenfalls, wie ich oben gezeigt habe, nichts Anderes als ein Malpighi'scher Körper der Vorniere, der seine Verbindung mit dem Vornierengang eingebüsst hat und nur noch aus dem abgekapselten Leibeshöhlendivertikel nebst Glomeruli sowie dem Ende der abgelösten aber je unter sich noch verbundenen Segmentalkanälchen, den Aussen- und Innentrichtern, besteht. Von den Nebennieren der höheren Kranioten unterscheidet er sich dadurch, dass sein ursprünglicher Bau sich noch viel reiner erhalten hat. Ferner dadurch, dass hier allein der proximal von der Urniere gelegene Theil des Pronephros den Funktionswechsel zur Nebenniere durchgemacht hat und nur noch ein kleines Stückchen „Nebenniere" in das Urnierengebiet hineinragt (vergl. besonders Fig. 4). Nach Nebenniere in den distalen Abschnitten habe ich bei *Myxine* gesucht, allein vergeblich. Vielleicht werden sich doch noch hie und da Reste an der Venenwand finden.

Besonders charakteristisch ist die Einstülpung des Vornierenrestes, der bei Myxinoiden als Nebenniere funktionirt, in die Venenwandung. Aehnliche Beziehung

zur Venenwandung wiesen die Nebennieren auch bei *Ichthyophis* auf, wo ich die Gebilde stets und ausschliesslich in Begleitung der Venen (Vena cava inferior, Venae renales revehentes) antraf (vergl. 13, Taf. XIII; Fig. 52 *a b*; 53 *a b*). Oft waren sie auch dort geradezu in die Venenwandung eingesenkt und wurden fast ringsum von Venenblut umspült. Die Beziehung zur Venenwand hängt zweifellos mit der noch immer ganz dunklen Funktion der Nebennieren zusammen, und es ist interessant, dass die gleiche Beziehung und die gleiche Funktion schon bei den niedersten Kranioten hervortreten, bei welchen ein äusserlich noch wenig veränderter MALPIGHI'scher Körper des Pronephros als Nebenniere funktionirt[1]. Bei allen Kranioten aber ist demnach übereinstimmend ein mehr oder weniger umgebildeter Theil des Pronephros zur Nebenniere geworden.

1) Ich erinnere daran, dass sich selbst bei Säugethieren sogenannte „versprengte" Nebennieren stets als Begleiter der Venenstämme finden, der Ovarial- und Parovarialvenen, am Plexus pampiniformis, im Verlauf der Vena spermatica oder Vena suprarenalis.

Litteratur-Verzeichniss.

1. Th. Boveri, Ueber die Niere des Amphioxus. Münchener Med. Wochenschrift. 1890.
2. —— Die Bildungsstätte der Geschlechtsdrüsen und die Entstehung der Genitalkammern beim Amphioxus. Anat. Anzeig. VII. Jahrg. (1892).
3. —— Die Nierenkanälchen des Amphioxus. Ein Beitrag zur Phylogenie des Urogenitalsystems der Wirbelthiere. Zoologische Jahrbücher. Abtheilung für Anatomie und Ontogenie der Thiere. V. Bd. 1892.
4. J. W. Kirkaldy, On the head kidney of Myxine. Quarterly Journal of microscop. Science. Vol. 35. New Series. 1894.
5. Johannes Müller, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden, der Cyklostomen mit durchbohrtem Gaumen. Schluss: Untersuchungen über die Eingeweide der Fische. Gelesen in der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 16. und 23. Juni 1842. Berlin 1845.
6. Wilhelm Müller, Das Urogenitalsystem des Amphioxus und der Cyklostomen. Jenaische Zeitschr. für Naturwissenschaft. 9. Bd., Neue Folge 2. Bd. Jena 1875.
7. G. C. Price, Zur Ontogenie der Myxinoiden. Bdellostoma Stouti, Lockington). Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Klasse der K. bayer. Akad. der Wiss. Bd. XXVI. 1896. Heft 1. München 1896.
8. Hans Rabl, Die Entwickelung und Struktur der Nebennieren bei den Vögeln. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. XXXVIII.
9. A. Retzius, Anatomie des Ader- und Nervensystems der Myxine glutinosa. Meckel's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1826 (siehe auch Abhandl. d. schwed. Akad. d. Wissensch. 1790).
10. J. Rückert, Ueber die Entstehung der Exkretionsorgane bei den Selachiern. Archiv f. Anatomie u. Physiologie. Anatomische Abth. 1888.
11. R. Semon, Die indifferente Anlage der Keimdrüsen beim Hühnchen und ihre Differenzirung zum Hoden. Jenaische Zeitschrift für Naturw. XXI. Bd. Neue Folge XIII. Bd.
12. —— Ueber die morphologische Bedeutung der Urniere in ihrem Verhältniss zur Vorniere und Nebenniere und über ihre Verbindung mit dem Genitalsystem. Anatomischer Anzeiger. Bd. V. 1890.
13. —— Studien über den Bauplan des Urogenitalsystems der Wirbelthiere. Dargelegt an der Entwickelung dieses Organsystems bei Ichthyophis glutinosus. Jen. Zeitschr. für Naturw. 26. Bd. Neue Folge 19. Bd. Jena 1892 (separat bei G. Fischer, Jena 1891).
14. W. F. R. Weldon, On the head kidney of Bdellostoma with a suggestion as to the origin of the suprarenal bodies. Quarterly Journal of microscop. Science. Vol. XXIV. 1884.
15. —— On the suprarenal bodies of Vertebrata. Ibidem. Vol. XXV. 1885.

Tafel-Erklärung.

Mit rother Farbe sind auf allen Figuren die Glomeruli des Pronephros, mit orange die des Mesonephros bezeichnet, mit gelb der venöse Sinus, in dessen Wandung die MALPIGHI'schen Körper der Vorniere eingestülpt sind.

Tafel I.

Fig. 1. Proximales Ende des rechtsseitigen Exkretionssystems einer 24 cm langen *Myxine glutinosa*. Oberflächenansicht. Betrachtung von der Bauchseite. Vergrösserung 32fach.

Fig. 2. Proximales Ende des linksseitigen Exkretionssystems einer 20 cm langen *Myxine*. Oberflächenansicht. Betrachtung von der Bauchseite, etwas stärker vergrössert.

Fig. 3. Rekonstruktion des proximalen Endes des Exkretionssystems einer 16 cm langen *Myxine* aus einer Serie von 320 Schnitten. Betrachtung von der Bauchseite. (Gefässversorgung nicht mit eingetragen.)

Fig. 4. Rekonstruktion des proximalen Endes des linksseitigen Exkretionssystems einer 19 cm langen *Myxine* aus einer Serie von 230 Schnitten. Betrachtung von der Bauchseite. (Gefässversorgung im Allgemeinen nicht mit eingetragen.)

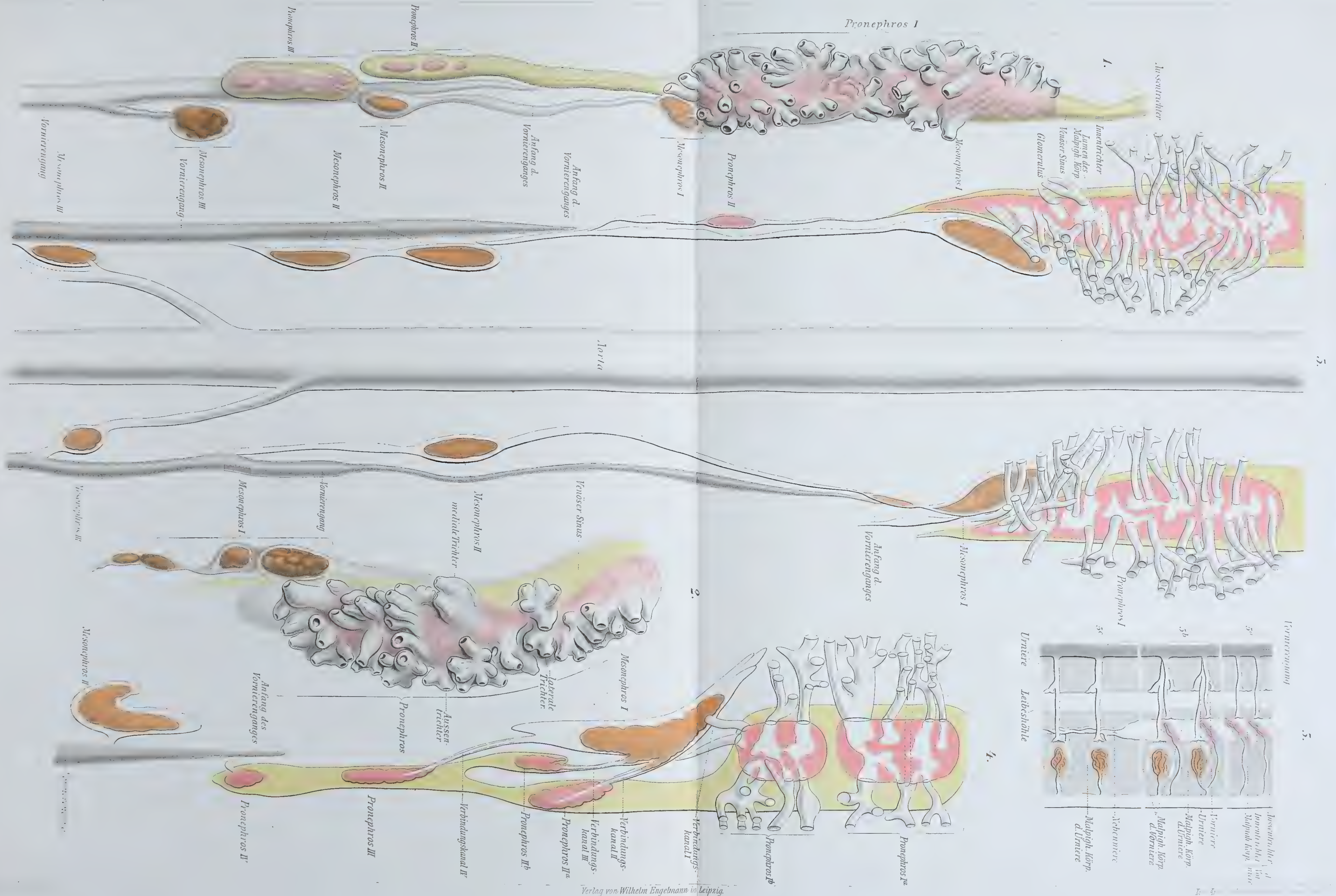
Fig. 5. Schematische Darstellung der Entwickelung des Urogenitalsystems bei Kranioten (aus meiner 1891 erschienenen Arbeit: Studien über den Bauplan des Urogenitalsystems der Wirbelthiere etc. Taf. XIV Fig. 61). 5*a* Längsschnitt durch eine Gegend, in der sich nur Vorniere entwickelt. 5*b* Längsschnitt weiter unten durch eine Gegend, in welcher sich sowohl Vorniere als Urniere entwickeln. 5*c* Längsschnitt noch tiefer distalwärts durch eine Gegend, in welcher (bei höheren Kranioten) die Vorniere nur noch durch den Vornierengang und den zur Nebenniere umgewandelten MALPIGHI'schen Körper repräsentirt wird.

Tafel II.

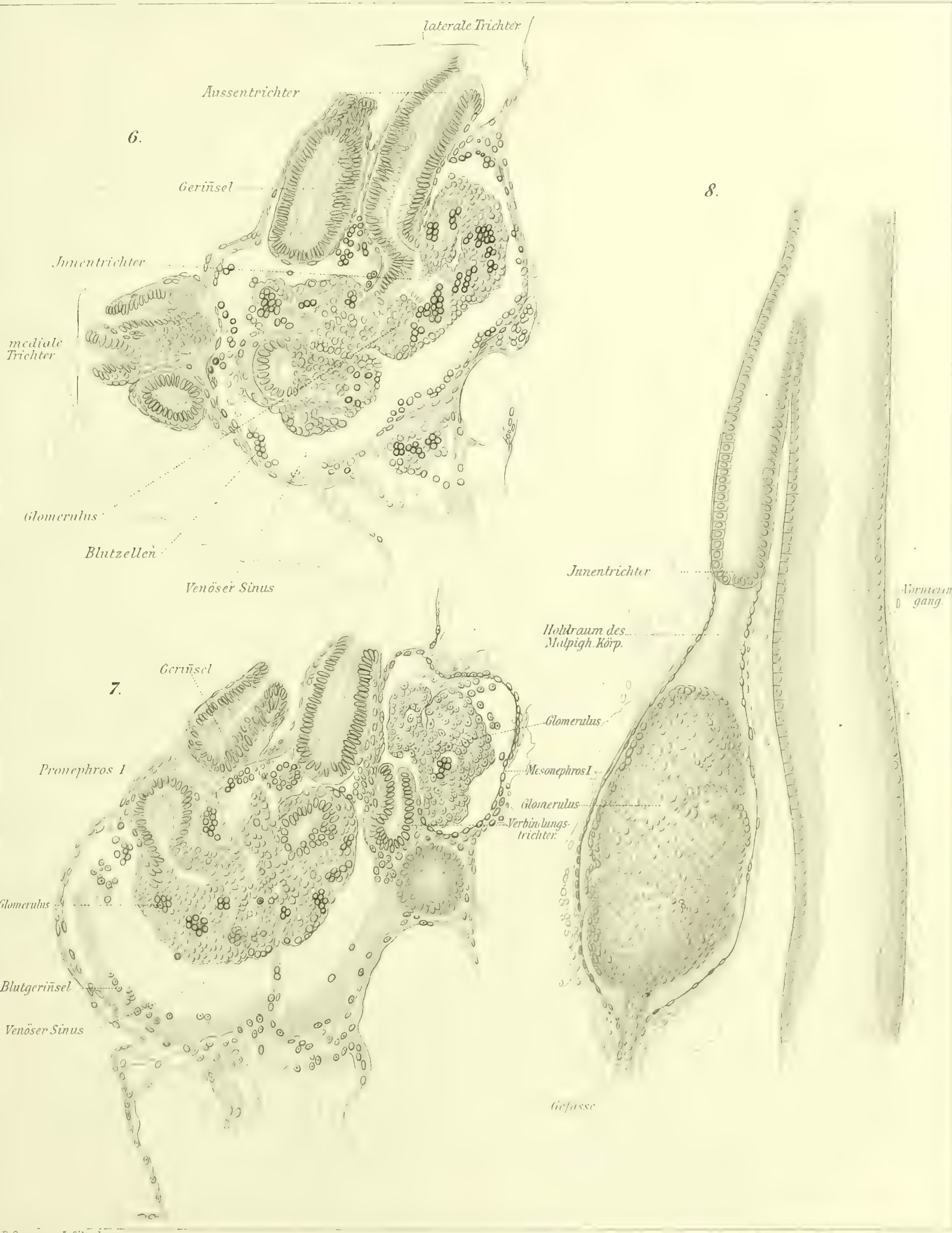
Fig. 6. Querschnitt durch einen linken Pronephros I von *Myxine* und zwar durch das auf Fig. 3 dargestellte Organ. Etwa die Mitte des Pronephros ist getroffen. Vergrösserung 180fach.

Fig. 7. Querschnitt durch denselben Pronephros sowie Mesonephros I weiter abwärts gerade an der Stelle, an welcher der Trichter des Verbindungskanals von Pronephros I und Mesonephros I einmündet. Vergrösserung 180fach.

Fig. 8. Längsschnitt durch den Vornierengang, ein Segmentalkanälchen und ein MALPIGHI'sches Körperchen des Mesonephros von *Myxine*. Zeigt die scharf abgesetzte Mündung des Segmentalkanälchens in das MALPIGHIsche Körperchen (Innentrichter). Vergrösserung 180fach.



Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.



R. Semon u. A. Giltsch gez. Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

UEBER DAS PERIPHERISCHE GEBIET DES NERVUS FACIALIS BEI WIRBELTHIEREN

VON

DR. GEORG RUGE

O. Ö. PROFESSOR DER ANATOMIE UND DIREKTOR DER ANATOMISCHEN ANSTALT
IN AMSTERDAM.

MIT 76 FIGUREN IM TEXT.

Das peripherische Gebiet, welches vom Nervus facialis beherrscht wird, zerfällt bei den Gnathostomen in einen motorischen und in einen sensiblen Bezirk. Ein Bruchtheil des motorischen Endgebietes wurde vor Jahren eingehender untersucht und vergleichend behandelt. Die für dieses Studium verwertheten, anatomischen Befunde bezogen sich seiner Zeit auf die im Systeme am höchsten stehenden Säugethiere. Bei ihnen tritt die reich gegliederte Gruppe des motorischen Endgebietes des VII. Gehirn-Nerven-Paares als „Gesichtsmuskulatur“ auf, in welcher der Nerv mit seinen weit verbreiteten Zweigen hauptsächlich sich auflöst und wegen dieses Verhaltens den Namen eines „Gesichtsnerven“ hat erhalten können.

Der oberflächlich entfaltete Theil des motorischen Endgebietes, welcher beim Menschen die anatomische Grundlage auch für die mimischen Bewegungen abgiebt, bedeckt eine Reihe tiefer gelegener Muskeln. Dieselben sind gleichfalls vom „Gesichtsnerven“ beherrscht, ohne dass sie der Regio faciei je zugewiesen gewesen sind. Diese tiefere Facialis-Gruppe ist von der oberflächlichen „Gesichtsmuskulatur“ bei höheren Mammaliern so vollständig abgetrennt, dass aus den zu Tage tretenden Einrichtungen kaum noch etwas sich hervorhebt, was zur Erkenntniss der näheren Zusammengehörigkeit jener beiden motorischen Gruppen-Schichten führen kann. Wohl gehören dieselben, was leicht zu erkennen ist, zu einer gemeinsamen Sippe. Stehen sie doch unter der gemeinsamen Herrschaft des Facialis. Hierdurch werden sie ebenso innig zu einer Familie zusammengefügt, wie die segmental benachbarte Muskulatur durch die Trigeminus-Innervation zu einer Gemeinschaft stets zusammengeschmiedet bleibt. Sind andere Indicien der Zusammengehörigkeit für das motorische Endgebiet des Facialis fast ganz erloschen, so haben solche für das Quintus-Endgebiet in mancher Beziehung sich kenntlich erhalten; trotzdem letzteres bereits bei den Selachiern einen hohen Grad der Sonderung sich errungen hat.

Meine Untersuchungen über die Gesichtsmuskulatur der Primaten bewegten sich auf einem Territorium, auf welchem die nach bestimmter Richtung hin aus-

laufenden Zustände grösserer Umgestaltungen, und zwar von progressiver und regressiver Entwickelungsart, angetroffen wurden. Diese Untersuchungen fanden 1887 ihren Abschluss; sie konnten in Heidelberg unter der stetigen Anregung unseres hochverehrten Jubilars, einmal in Angriff genommen, durch Jahre hindurch fortgeführt werden. Zuvor war auf Veranlassung und unter Anleitung von derselben Seite her 1874 in Jena eine Arbeit gereift, welche die Kiemen- und Kiefer-Muskulatur der Fische behandelte. Dieselbe überragt, was Umsicht in der Auswahl des Materials, Genauigkeit in der Darstellung, knappe und präcise Fassung, kurz, Vortrefflichkeit betrifft, Alles, was bis auf den heutigen Tag auf diesem wichtigen Gebiete erschienen ist. Der Lehrer aber hatte die unentbehrliche Grundlage für diese werthvollen Beiträge im III. Hefte seiner „Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere“ im Jahre 1872 selbst geben müssen.

In B. VETTER's Abhandlung werden die bedeutungsvollen Zustände uns vorgeführt, in welchen das gesammte, motorische Endgebiet des Facialis noch in einer organischen Einheitlichkeit auftritt. Letztere ist der genaue Maassstab für die niedrige morphologische Rangstellung des gut abgrenzbaren Gebietes. Auf diese Weise ist uns durch B. VETTER der Ausgangspunkt für die vielen Wege angegeben, auf welchen die Entwickelung jenes Muskel-Gebietes bei den Wirbelthieren vorwärts geschritten ist.

VETTER selbst ist diesen Pfaden bei Holocephalen, Ganoiden und Teleostiern nachgegangen. Die Forschungs-Ergebnisse wurden im Jahre 1878 veröffentlicht (Jenaische Zeitschrift Bd. XII).

M. SAGEMEHL konnte unter Zugrundelegen der VETTER'schen Untersuchungen eine Darstellung der Muskeln des Kiefer- und des Kiemen-Apparates der Haie in BRONN's Klassen und Ordnungen geben (Bd. VI, I. Abth., 4. Lieferung). Er fügte neue Beobachtungen hinzu und behandelte dort auch das betreffende Muskel-Gebiet der Rochen. Das Unternehmen wurde durch den Tod des jungen Forschers, der seine Thätigkeit als Prosector in Amsterdam unter MAX FÜRBRINGER entfaltet hatte, jäh unterbrochen.

Auf's Neue sind auf der alten Pflanzstätte Jena's Früchte gereift. Die Augen-, Kiefer- und Kiemen-Muskulatur der Haie und Rochen fanden durch BERTH. TIESING eine sorgfältige Schilderung (Jenaische Zeitschrift Bd. XXX, N. F. XXIII). Hier hat zielbewusste Arbeit auf den vor zwanzig Jahren gelegten Fundamenten weiter gebaut. Die Forschungen stammen aus demselben Laboratorium, in welchem die Direktion mittlerweile auf den Schüler unseres Jubilars übergegangen ist.

So dehnt sich denn ein Cyklus von Arbeiten über zwei Decennien aus. Direkt oder indirekt wurden die Anregungen zu diesen Arbeiten von einer und derselben Persönlichkeit gegeben. Die Ergebnisse derselben sind auf der Ausgangs- und auf der Endstation für vergleichend-anatomische Studien bei Wirbelthieren gewonnen.

Die grossen Lücken nun, welche zwischen den Resultaten jener Arbeiten noch bestehen, ausfüllen zu helfen, ist seit meinem Heidelberger Aufenthalt, welcher lehrreich und beglückend zugleich für mich gewesen ist, mein Bestreben geblieben. Wenn einige neue Ergebnisse mühsamer Forschungen den älteren hinzugefügt werden

können, so stehen dieselben aus mehrfachen Gründen nicht ausserhalb der engsten Beziehungen zu dem persönlichen Einflusse meines hochverehrten Lehrers, und aus diesem Grunde wage ich es, die Resultate aufrichtig gemeinter Bemühungen am heutigen Tage und an dieser Stelle dankerfüllten Herzens der Oeffentlichkeit zu übergeben.

Das sensibele Endgebiet des Facialis ist in den Kreis meiner Untersuchungen hineinbezogen und namentlich bei den niederen Wirbelthieren berücksichtigt worden. Dasselbe steht in einer sehr engen, korrelativen Abhängigkeit zu dem oralwärts angefügten Trigeminus-Hautgebiete. Es ist bei Cyklostomen, Fischen und Amphibien bereits seit etwa einem halben Jahrhundert durch J. Müller, H. Stannius, Fischer u. A. eingehender studirt worden. Demgemäss sind viele Thatsachen über das genannte sensibele Gebiet im Laufe der Zeit bekannt geworden. Unter neuen Gesichtspunkten jedoch wird, wie ich meine, eine erneute Behandlung des Stoffes nur erwünscht sein können. Ich werde dieser Aufgabe hier nicht näher treten, denke aber, sie nicht aus den Augen zu verlieren. Wenn schon es nicht umgangen werden kann, hier und dort auch der sensibelen Facialis-Bahnen Erwähnung zu thun, so wird von einer systematischen Behandlung derselben an dieser Stelle Abstand genommen werden.

Umgestaltungen in den Endapparaten des Facialis stehen, so geringfügig sie auch sein mögen, nirgends für sich allein da. Gleichzeitig mit ihnen vollziehen sich stets Umformungen in nächster oder weiterer Nachbarschaft, so dass Specialisationen im Facialis-Gebiete jeweilig auch als Symptome für den Gesammtzustand des Kopfes gelten können. In diesem Sinne dürfen wohl alle neuen Ergebnisse auch auf unserem Arbeitsfelde als Beiträge zur Anatomie des Wirbelthier-Kopfes bezeichnet werden; aber nur in aller Bescheidenheit möchten sie an die grundlegenden Forschungen auf diesem Gebiete angegliedert sein.

Langsam, aber mit durchschlagendem Erfolge hat die Anschauung Eingang gefunden, dass die Nerven wegen ihres organischen Zusammenhanges mit der Muskulatur die Führerrolle bei wissenschaftlichen, myologischen Forschungen übernehmen müssen. Diese jetzt wohl allgemein anerkannte Ansicht ist durch Carl Gegenbaur begründet, in dessen Umgebung durch sorgfältige Prüfung ausgebaut worden. Auf Grund der so gewonnenen und sicher gelegten Vorstellungen darf es heutzutage für eine vornehme Aufgabe der anatomischen Forschung gelten, die Entwickelungszustände der Muskulatur des Kopfes in der ganzen Wirbelthier-Reihe durch streng systematische Untersuchungen darzulegen, und zwar derartig, dass die auf Grund gleichartiger Innervation natürlich zusammengehörenden Muskelgruppen je für sich in der ganzen Wirbelthier-Reihe studirt werden. Das ist bisher nirgends durchgeführt. Allein auf diese Weise kann ein klares Bild von den Umgestaltungen an der Muskulatur des Kopfes der Wirbelthiere gewonnen werden. Die Studien über die Facialis-Muskulatur bestärkten mich mehr und mehr in der Meinung, dass derartige Bestrebungen von Erfolg gekrönt sein müssten.

Bei dem Streben, das Gebiet des Nervus facialis genau abzugrenzen, konnte

es nicht umgangen werden, die Nachbarschaft desselben genau zu inspiciren, da Angaben über dieselbe gelegentlich auch hier einzuflechten waren.

Die Veränderungen, welche ein Abschnitt des Muskel-Systems innerhalb der ganzen Wirbelthier-Reihe erlitten hat, lehren grosse Abstände kennen, welche auf den erforschten Wegen zurückgelegt sind. Die vergleichende Anatomie gewährt uns hier den nöthigen Einblick; sie ist die Lehre der Entwickelung der Organ-Systeme in deren weitesten Grenzen. Die Ontogenie bietet bei der gewünschten Erkenntniss ihre Dienste dar. Sie jedoch als die alleinige Lehre der Entwickelung aufzufassen, involvirt Irrthümer, welche oftmals von berufenster Seite hervorgehoben worden sind. Nicht alle Entwickelungsprobleme lassen sich durch die Ontogenie lösen. Den fertigen Zustand eines Organismus aber gar als ein Stadium der Ontogenie zu betrachten, welches jedem beliebig anderen Stadium der individuellen Entwickelung gleichwerthig sei, ist schon desshalb zurückzuweisen, weil die Existenzbedingungen für die ontogenetischen Stadien ganz verschiedenartige von denen des ausgewachsenen Organismus sind, beide unter sehr differenten, inneren sowie äusseren Einflüssen stehen.

Da bei ontogenetischen Untersuchungen in der Organologie zunächst festgestellt sein muss, was sich zu entwickeln habe, so werden auch die betreffenden fertigen Zustände der in Betracht kommenden Thiere in erster Linie gekannt sein müssen. Dies erfordert eine methodische, allen Principien der Entwickelungslehre gerecht werdende Forschung. Dem forschenden Geiste drängt sich die Vergleichung der unter natürlichen und einfachen Lebensverhältnissen stehenden, fertigen Organisationen von selbst auf. Die Entwickelungsweise der Organe, welche die vergleichende Methode als Resultat ihrer Ueberlegungen enthüllt, kann durch die ontogenetischen Befunde an Thieren, welche mitten im grossen Entwickelungsgange eine feste, gekannte Stellung einnehmen, ausgebaut, ja korrigirt werden. Selbst aber kann die ontogenetische Forschung oftmals, und gerade auf dem Gebiete der Muskulatur, nicht das leisten, was die vergleichende Anatomie als Entwickelungslehre mit weiterer Ausschau uns erschliesst. Die Führerrolle kommt meist der letzteren zu. Die Anregungen und eigentlichen Fragestellungen empfängt die ontogenetische Forschung sehr häufig von der vergleichenden Anatomie. Die auf die Metamerie des Kopfes z. B. sich beziehenden, entwickelungsgeschichtlichen Forschungen knüpfen an vorausgegangene, vergleichend-anatomische Untersuchungen an. Diese Thatsache sehe ich dadurch nicht erschüttert, dass an eine erneute Inangriffnahme lebendig gewordener Fragen Fortschritte in unserer Erkenntniss sich anschliessen. Dadurch, dass eine neue, verhältnissmässig jüngere Disciplin, die moderne Ontogenie, die ältere Wissenschaft ergänzt und verbessert, verliert diese nicht an Werth, was auch im umgekehrten Sinne nicht der Fall ist. Es kann immer nur eine vorübergehende Erscheinung sein, wenn die eine der Disciplinen einer grösseren Pflege sich erfreut; denn beide ergänzen sich einander. Wo die eine in dem weiteren Ausblicke beschränkt ist, gewinnt sie an Sicherheit durch die Möglichkeit der Vergleichung oft vieler, unmittelbar an einander sich anschliessender Entwickelungszustände. In dieser rein äusserlichen Beziehung ist die

ontogenetische Forschung der vergleichend-anatomischen meistens voraus und gewinnt durch sie oft einen grossen Vorsprung. Denn da die Entwickelung einer jeden Thier-Species eine Reihe von Formzuständen in sich fasst, welche auf bleibende Einrichtungen der Vorfahren mehr oder weniger direkt beziehbar sind, so ergiebt sich für die ontogenetische Forschung von selbst der Vorsprung von nicht unerheblicher Art. Der Forscher braucht oft nur abzulesen, um den ontogenetischen Vorgang zu ergründen. Der phylogenetische Process muss jedoch mühsam erschlossen werden. Die vergleichend-anatomische Forschung bedarf stets einer vorsichtigen und umsichtigen Bedienung. Sie muss durch strengste Kritik ersetzen, was ihr durch äussere Verhältnisse an wichtigem Materiale entzogen ist.

Ich muss der vergleichend-anatomischen Forschung hier vor Allem das Wort reden, da nur sie auf unserem Gebiete vorderhand erfreuliche Ergebnisse verspricht. Eine grosse Summe von Fragen hat sich aus meinen vergleichend-anatomischen Untersuchungen erhoben, welche durch ontogenetische Befunde eine strengere Beantwortung erfahren werden. Aus ontogenetischen Bestrebungen allein jedoch wären derartige Fragestellungen wohl schwerlich zu Tage gefördert worden. Aus vollster Ueberzeugung stimme ich den bedeutsamen Ausführungen C. Gegenbaur's zu, welche über die Stellung der Geschwister-Disciplinen zu einander an verschiedenen Stellen handeln[1].

Wenn der Embryologe jede ontogenetische Thatsache gewissermaassen für baare Münze nimmt, für einen jeden Befund einen entsprechenden Zustand auch bei einer erwachsenen, hypothetischen Form voraussetzt, dann treten die schweren Fehler unkritischer Behandlung morphologischer Fragen in die Erscheinung. Grosse Unvorsichtigkeiten sind seit Jahren auf dem Gebiete der Gliedmaassen-Entwickelung begangen worden, und zwar nur aus dem Grunde, weil man der Embryologie die Anerkennung einer unfehlbaren Richterin gezollt hat. Diese Eigenschaft kam ihr aber keineswegs zu, wie es Froriep 1887 (S. 831) u. A. ausführt. Wenn die Extremitäten desswegen zu metameren Bildungen gestempelt werden, weil mehrere Rumpf-Myomere Knospen für sie treiben, so wird aus einer einzigen, ontogenetischen Erscheinung ein Schluss gezogen, wobei eine Summe tief einschneidender Faktoren ganz ausser Acht gelassen wird. Die vergleichende Anatomie lehrt, dass bei Fischen und Amphibien die Myomeren des Rumpfes vor unseren Augen einen ganz allmählichen, engeren Verband mit dem Gliedmaassen-Skelete eingehen. Diese Erscheinung, im Verband mit anderen, auf vergleichend-anatomischem Wege erkannten Vorgängen, weist auf ganz andere Deutungen jener gewiss wichtigen, embryologischen Daten hin. Die segmentalen Rumpf-Muskel-Knospen ändern rasch ihre Beziehungen zum Skelete der Gliedmaassen. Sie geben schon desshalb keinen Aufschluss über die Urgeschichte der Gliedmaassen.

Von den eingreifenden Veränderungen, welche der Verschiebungs-Process der Gliedmaassen längs des Achsen-Skeletes mit sich führt, haben ontogenetische Unter-

---

1) C. Gegenbaur, a) Die Stellung und Bedeutung der Morphologie; b) Einige Bemerkungen zu Götte's Entwicklungsgeschichte der Unke als Grundlage einer vergleichenden Morphologie der Wirbelthiere. Morphologisches Jahrbuch. Bd. I. 1876.

suchungen an Muskeln und am peripherischen Nerven-Systeme bisher nichts erschlossen. Die Umgestaltungen an letzteren Organen sind durch vergleichend-anatomische Studien klargelegt. Die Ontogenie bildet auch hier „eine bedeutende Lücke, welche nur durch das Zurückgehen auf das definitive Verhalten des bezüglichen Organ-Systems bei niederen Wirbelthieren ausgefüllt werden kann. Für's peripherische Nervensystem. . . . . . ist es noch völlig ungewiss, ob die spätere Gestaltung den niederen Zuständen entsprechende Vorläufer besitze, oder ob die histiologische Differenzirung der betreffenden Theile gleich mit dem definitiven Verhalten beginne, indem die einfacheren Zustände übersprungen werden[1]. Diese vor 25 Jahren ausgesprochenen Anschauungen erscheinen heute eher befestigt als widerlegt.

Um grösseren Verirrungen vorzubeugen, wird es zunächst auch auf unserem Gebiete der neuro- und myologischen Forschung erforderlich, die grossen Pfade der Entwickelung durch vergleichend-anatomische Untersuchungen aufzudecken. Wer aber den Versuch wagt, die Entwickelung von Muskel- und Nerven-System in der Wirbelthier-Reihe vergleichend-anatomisch darzulegen, der wird seinen Ausgangspunkt von den Fischen und unter diesen von den Selachiern nehmen müssen. Dass man hier in den Indifferenzzuständen, welche auch am Skelet so schlagend zum Ausdruck kommen, den Schlüssel zum Verständnisse für die komplicirten Verhältnisse findet, haben vor Allen die vielfachen Untersuchungen GEGENBAUR's uns gelehrt. Von dieser Seite ist oftmals darauf hingewiesen worden, dass es vor Allem um die Organisation der Selachier sich handele, wenn wir einen Ausgangspunkt zur Beurtheilung der Zustände am Cranium, am Kopfe der höheren Wirbelthiere gewinnen wollen (vergl. z. B. 1887)[2].

A. Anordnung und Verzweigung des Nervus facialis der Selachier als Grundlage für diejenigen der höheren Formen.

a. Facialis als Schlundbogen-Nerv.

Der Facialis umschliesst bei den Selachiern mit seinen peripherischen Aesten den Spritzloch-Kanal. Der die hintere Wand des Letzteren durchziehende Hauptast gehört den Weichtheilen des Zungenbein-Bogens zu. Er ist demgemäss ein wahrer Kopfnerv, da die Kopfregion durch die Kiemen und den Vagus ihre Grenze empfängt. Diese Ansicht hat GEGENBAUR uns in dem Gewoge widerstreitender Meinungen gesichert. Der Facialis ist mit Zweigen zur Haut, Schleimhaut und zur Muskulatur ausgestattet.

---

1) C. GEGENBAUR, Ueber die Kopfnerven von *Hexanchus* und ihr Verhältniss zur „Wirbeltheorie des Schädels". Jenaische Zeitschrift für Medicin u. Naturwissensch. Bd. 6. 1871. S. 497—559. Taf. XIII (s. S. 498).

2) C. GEGENBAUR, Ueber die Occipitalregion und die ihr benachbarten Wirbel der Fische. Leipzig 1887. S. 11.

Der Facialis wurde wegen seiner Hauptbeziehungen mit Fug und Recht als der Nerv des Zungenbein-Bogens bezeichnet. Die bei den Selachiern auf das Deutlichste ausgesprochene Zusammengehörigkeit von Nerv und Weichtheilen jenes Schlund-Bogens ist streng auch auf höhere Formen insofern fortgeführt, als alle, auch beim Menschen vom Facialis innervirten Weichtheile ihre Entwickelung aus jenem Materiale genommen haben, welches bei Selachiern zum Zungenbein-Bogen gehört. Die vergleichend-anatomische Forschung hat diese Anschauung tiefer und tiefer begründen helfen. Das motorische Endgebiet des Facialis bildet ein Glied derjenigen Muskulatur des Visceralskeletes, welche M. Fürbringer[1]) als die kraniale oder cerebrale jüngst bezeichnet hat. Er stellte diese Gruppe der spinalen Visceralmuskulatur entgegen, welche das ventrale Längssystem (Mm. coraco-arcuales) umfasst.

Aus dieser Erkenntniss erwächst für den Embryologen die Aufgabe, durch ontogenetische Forschung den Nachweis zu führen, wie viele Spuren bei den verschiedenen Wirbelthier-Abtheilungen von jenen phylogenetischen Sonderungs-Vorgängen im Facialis-Gebiete sich noch erkennen lassen. So könnte es eine verdienstliche Arbeit sein, die ontogenetischen Sonderungs-Vorgänge darzulegen, welche das zur Gesichtsmuskulatur werdende Material etwa beim Menschen auszeichnet. Wir müssen je die indifferentesten Stadien der Ontogenie kennen, damit wir die engeren Beziehungen mit der vergleichenden Anatomie knüpfen können. Wie weit die frühest wahrnehmbaren Entwickelungsstadien auf frühere, nunmehr aber verlassene Zustände zurückreichen, dies darzuthun, wird immer das vornehmste, wissenschaftliche Bedürfniss für uns bleiben. Wo dasselbe bei den Special-Embryologen fehlt, da können wohl auch die Grundanschauungen von den hier vertretenen völlig abweichen. W. His hat sich denn auch dahin ausgesprochen, dass der N. facialis besonders deutlich zeige, wie nebensächlich die Beziehung der Nerven zu den Schlund-Bogen und überhaupt zu den primitiven Kopf-Gliedern sei. „Während nämlich dieser Nerv den aus dem zugehörigen Schlundbogen-Wulst hervorgegangenen Theil der Zunge vermeidet, treten seine Ausstrahlungen späterhin innerhalb der unter dem Ohr verlaufenden Verbindungsbrücke in das Unterkiefer- und Oberkiefergebiet und schliesslich sogar in dasjenige der Stirnfortsätze ein“[2]).

Hier ist auf der einen Seite übersehen, dass der Facialis thatsächlich den Verband mit den Weichtheilen des Zungenbein-Bogens bis zu dem Menschen hin treu bewahrt hat. Auf der anderen Seite wird angenommen, dass der Facialis den Theil der Zunge, welcher aus dem ihm zugehörigen Schlundbogen-Wulst hervorgegangen sei, vermeide. Das ist nun keineswegs der Fall; denn der Facialis bewahrte die Beziehungen zu jenem Theile der Zunge durch die Chorda tympani, was ja auch W. His hervorhebt (l. c. S. 89). Letzterer lässt nun aber auch Muskulatur der Zunge aus

1) Fürbringer, Max, Ueber die mit dem Visceralskelet verbundenen, spinalen Muskeln bei Selachiern. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. XXX. N. F. XXIII.

2) Wilhelm His, Anatomie menschlicher Embryonen. III. Zur Geschichte der Organe. Leipzig 1885. S. 89.

dem zweiten Schlundbogen hervorgehen. Die vergleichende Anatomie wird einer solchen Angabe niemals Glauben schenken können, da, allerdings bisher nur durch sie, erkannt ist, dass die Muskulatur der Zunge niemals zum Facialis-Gebiet gehört hat und aus diesem Grunde sicherlich nicht aus dem Materiale des zweiten Schlundbogens herstammt, welcher dem Zungenbein-Bogen der Selachier homolog ist. Die Angaben von W. His (1885 S. 87) über den N. hypoglossus scheinen uns nahe zu legen, dass am Ende doch gewisse Grundanschauungen der vergleichenden Anatomie entnommen werden müssen, um den embryologischen Irrthümern zu entgehen. Der Hypoglossus stehe, so heisst es, zur primären Kopf-Gliederung in keiner Beziehung. Sein Hauptgebiet sei die von den Schlundbogen umgriffene Inframaxillargegend. Dagegen ist nichts einzuwenden. Die Ansicht, dass der Hypoglossus nur in sekundärer Weise auf den M. stylo-glossus und den M. hyo-glossus übergehe, ist ein Verstoss gegen die Thatsache, dass der Hypoglossus stets die engsten Beziehungen zu jener, aus der ventralen Längsmuskulatur ableitbaren Zungen-Muskulatur besessen habe. Das lehrte zunächst die vergleichende Anatomie. Ausserdem sollen jene Zungen-Muskeln den Schlundbogen enstammen. Diese Annahme verträgt sich auch mit den Froriep'schen Ergebnissen nicht, welche die spinale Natur des Hypoglossus durch entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen schon vorher dargethan haben (1882, 1883 Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte). Aus Schlundbogen, welche denen der Fische und Amphibien entsprechen, leiten sich jene Muskeln sicherlich nicht her. Es kann sich höchstens um Schlundbogen handeln, welchen neues Material apponirt worden ist, welche in Folge dessen keine Visceralbogen im ursprünglichen Sinne mehr sein können. Dieses eventuell hinzugekommene Material war dem Schlundbogen ursprünglich völlig fremd. Es gehörte immer dem ventralen, geraden Muskelsysteme zu. Soll es wunderbar sein, dass der Facialis es meidet? In dieser Erkenntniss der einschlägigen Verhältnisse eilte die vergleichende Anatomie der Embryologie voraus (vgl. Vetter 1874). Entnimmt die letztere ihre wissenschaftlichen Fragestellungen nicht aus den Ergebnissen der ersteren, so können ihre Resultate leicht im Stande sein, sicher Erkanntes wieder zu umschleiern. Gerade in solchen Fragen kommt der vergleichenden Anatomie oft eine prophetische Stimme für das, was die Ontogenie einmal zeigen wird, zu. Auf Grund ontogenetischer Untersuchungen waren van Wijhe (1882)[1], Dohrn (1884)[2] und Schneider (1890)[3] denn auch zu dem Ergebniss gelangt, dass die ventrale, mit dem Visceralskelete verbundene Längsmuskulatur der Haie sowohl spinalen als auch cerebralen Ursprunges (Vagus-Gebiet) sei. Die völlige Haltlosigkeit dieser Lehre haben die Untersuchungen Vetter's (1874), Jackson's und

1) J. W. van Wijhe, Ueber die Mesodermsegmente und die Entwickelung der Nerven des Selachierkopfes Naturk. Verh. d. Kon. Akad. Wetensch. XXII. Amsterdam. 1882. S. 16, 42.

2) Dohrn, Studie IV. Die Entwickelung und Differenzirung der Kiemenbogen der Selachier. Mitth. aus d. Zoolog. Station Neapel, V. 1884. S. 17, 18, Anm. 1.

3) Schneider, Studien zur Systematik, zur vergleichenden Anatomie, Entwickelungsgeschichte und Histologie der Wirbelthiere. Breslau 1890. S. 260.

Clarke's (1876)[1], Braus (1892)[2], Fürbringer's (1895) ergeben. Dass der Vagus an der genannten, ventralen Längsmuskulatur auch nicht den geringsten Antheil habe, hat Fürbringer bei Selachiern, Holocephalen und an anderen Vertebraten-Abtheilungen auf's Neue und nunmehr wohl endgiltig festgestellt (l. c. S. 136). Meine eigenen Forschungen auf diesem Gebiete haben mich schon vor längerer Zeit zu gleichem Ergebnisse geführt.

Dieser Umstand ist nicht dazu angethan, das Misstrauen gegen die Ergebnisse auf myologischem Gebiete zu heben, welche, nur auf Grund ontogenetischer Untersuchungen gewonnen, den fundamentalen Einrichtungen keine Rechnung tragen. K. Rabl kommt das Verdienst zu, auf die Irrthümer, welche die Lehre von His von der Unabhängigkeit der Gehirn-Nerven von den Schlund-Bogen birgt, hingewiesen zu haben[3]. Es handelt sich zweifellos um Irrthümer, da weder Trigeminus, noch Facialis, noch der Hypoglossus je ihre alten angestammten Beziehungen gewechselt haben. Die Organ-Entwickelung ist aus der Ontogenie so ohne Weiteres nicht immer zu erschliessen, da sie nicht die geplanten, phylogenetischen Umwandlungen mehr in sich fasst und uns nur die Vorgänge lehrt, welche der Keim entfaltet, und welche durch verschiedene Momente abgeändert sein können. K. Rabl hat die Differenzirung der Hyoid-Bogen-Muskulatur voll gewürdigt und nachgewiesen, dass das Platysma menschlicher Embryonen von 22 mm grösster Länge hauptsächlich noch im Bereiche des früheren Hyoid-Bogens entwickelt ist und proximalwärts kaum über den Unterkiefer-Rand sich erstreckt, dass eine mimische Muskulatur noch nicht besteht (1887 S. 223).

Wenn Rabl den Grund für die Verschiebungen, welche im Gebiet des Facialis Platz gegriffen haben, in der Entwickelungsgeschichte selbst sucht, so versteht er darunter die Ontogenie. Dieselbe birgt jedoch nach unserem Dafürhalten eine Erscheinungswelt, die sich durch sich selbst nicht erklären lässt. Die Ursache der Existenz derselben ist vielmehr aus jener Unsumme von Veränderungen herleitbar, welche durch die Adaption der Organe an ihre Umgebung bei den ausgebildeten Organismen sich angebahnt haben. Was von diesen Veränderungen auf den Keim übertragen worden ist, entfaltet der letztere unter Beibehaltung strengster Korrelation der Organe zu einander.

Was das motorische Endgebiet des N. facialis, d. i. die Zungenbein-Bogen-Muskulatur anbelangt, so liefert die vergleichende Anatomie den Beweis für deren allmähliche Umwandlung, welche die ontogenetischen Befunde bei den Wirbelthier-Klassen dem entsprechend hat beeinflussen müssen. Wenn der Embryologe daher nachweisen kann, dass der N. facialis beim Menschen aus dem ihm zugehörigen Schlundbogen-Wulst in das Unter- und Oberkiefer-Gebiet hineinwächst, so wird das

---

1) Jackson and Clarke, The brain and cranial nerves of *Echinorhinus spinosus* etc. Journal of Anat. and Phys. Bd. X. 1876.

2) Braus, Ueber die Rami ventrales der vorderen Spinalnerven einiger Selachier. Inauguraldissertation. Jena 1892.

3) Karl Rabl, Ueber das Gebiet des Nervus facialis. Anatomischer Anzeiger. II. Jahrgang. 1887. No. 8. Seite 219—227.

noch eigentlich keine neue Einsicht gewinnen. Neu ist der aus der leicht zu begreifenden Thatsache gezogene, unhaltbare Schluss, dass die Beziehungen der Hirn-Nerven zu den Schlund-Bogen und überhaupt zu den primitiven Kopf-Gliedern nebensächliche seien. Wir halten daran fest, dass die Muskulatur vor Allem ihre Differenzirung nur im funktionirenden Zustande, d. i. postembryonal, hat erwerben können, und hiernach müssen wir die ontogenetischen Phasen ihrer Entfaltung nach deren ursächlichen Momenten beurtheilen.

Der N. facialis gelangt bei menschlichen Embryonen in den zweiten, der Glosso-pharyngeus in den dritten Schlund-Bogen. „Die einfachen Beziehungen der Nervenstämme zu den Gliedern des Kopfes weisen auch auf einfache Grundbedingungen der Zusammengehörigkeit hin“ (o. c. S. 86). Die in diesem Satze ausgesprochene Anschauung trifft für alle Wirbelthiere zu, und es ist nur zu bedauern, dass W. His seine eigene Aussage durch eine entgegengesetzte wieder zu Grunde gerichtet hat. Das beim Menschen zur mimischen Muskulatur werdende Facialis-Gebiet soll nach His aus den drei Stirn-Fortsätzen und dem Oberkiefer-Fortsatze hervorgehen (o. c. S. 91). Rabl's Angaben, die erste Anlage der Facialis-Muskulatur in der Nähe des Hyoid-Bogens des Menschen betreffend (1887, S. 223), leistet dafür Gewähr, dass der principielle Zusammenhang zwischen Onto- und Phylogenie auch in diesem Falle trotz der so wunderbaren, gegentheiligen Angaben nicht aufgegeben ist.

So lange eine mimische Muskulatur besteht, geht auch der Facialis zu ihr. Derselbe war ihr daher niemals fremd; wohl hatte sie als motorisches Facialis-Endgebiet ursprünglich mit dem „Gesichte“ nichts zu thun.

Der Facialis der Haie stellt sich als ein abgesonderter, segmentaler Nerv der Branchialregion des Kopfes dar; er unterscheidet sich in dieser Eigenschaft sehr wesentlich vom Facialis derjenigen anderen Fische und höheren Abtheilungen, bei welchen die Wurzeln des Facialis und des Trigeminus zu verschiedenen Kombinationen verbunden sind.

Die Berechtigung, den Facialis als selbstständigen, anderen Gehirn-Nerven ebenbürtigen Nerven zu betrachten, lässt sich denn auch vor Allem durch das Verhalten bei den Selachiern begründen. Verschmelzungen des Facialis mit dem Quintus, wo sie sich auch eingestellt haben, sei es central oder in peripherischen Bahnen, müssen daher von dem einfacheren, für beide Nerven noch gesonderten Zustande der Haie ihre Erklärungen finden.

Sehen wir von den Beziehungen des Facialis zu dem Acusticus ab, welche Gebilde Gegenbaur als Glieder eines und desselben segmentalen Nerven betrachtet, so erscheint die Verästelung des dem Zungenbein-Bogen hauptsächlich zugehörigen Facialis der Haie in grösster Uebereinstimmung mit den bei diesen Formen caudalwärts folgenden, segmental-homodynamen Nerven. Auch wegen dieser Uebereinstimmung darf die Verästelungsweise des Facialis bei den Haien als eine für primitive Einrichtungen typisch sich erweisende aufgefasst werden. Es wird zur Aufgabe, das Schicksal der Endgebiete aller nennenswerthen Facialis-Zweige, welche bei Selachiern genauer abgrenzbar sind, in dem übrigen Wirbelthier-Reiche aufzudecken.

b. Verästelung des Facialis.

Die in Betracht kommenden Facialis-Aeste der Haie sind hauptsächlich durch H. Stannius[1]), C. Gegenbaur und B. Vetter in ihrer Bedeutung erkannt worden. Es sind deren drei:

1. Der rostralwärts ziehende Ramus palatinus, welcher, die hintere Wand der Vena arteriosa der Spritzlochkieme kreuzend, zur Schleimhaut der Palatingegend zieht. Dieser Ast entspricht nach C. Gegenbaur (1871, S. 524) dem R. pharyngeus des Glosso-pharyngeus, sowie dem R. phar. je eines Ram. branchialis des Vagus. Da der Nerv. palatinus bei den Selachiern keine motorischen Elemente führt, so geht mit Nothwendigkeit daraus hervor, dass kein Nerv der höheren Formen ihm gleich gestellt werden darf, welcher auch von motorischer Natur sich erweist. Der R. palatinus der Haie kann einem Gaumen-Muskelnerven der Säugethiere nur irrthümlicher Weise gleich gestellt werden. Wenn andererseits der N. petrosus superficialis maior der Säugethiere dem R. palatinus der Haie vollkommen entspricht, was nach Stannius (1848, S. 11) der Fall ist, so können die Gaumen-Muskeln nicht vom Facialis innervirt sein. Gegenbaur forderte daher mit Recht, um die angedeuteten Zweifel zu lösen, zunächst die Beziehungen des N. p. s. maior zur muskulösen Gaumen-Wand klar zu stellen (l. c. S. 516). Das ist bisher nicht geschehen, und so konnte K. Rabl wieder für die alte Stannius'sche Ansicht eintreten, ohne dem kritischen Fragpunkte näher getreten zu sein (1887); denn durch die Bemerkung ist gar nichts gefördert, dass der N. petr. superf. maior bekanntlich den Levator veli palatini und den Azygos uvulae versorge, welche Muskeln als primitive Schlund-Muskeln ausgegeben werden. Es ist im Gegentheil fraglos, dass diese Gebilde keine ganz primitiven Schlund-Muskeln sein können. R. Wiedersheim tritt in gleicher Weise dafür ein, dass der R. palatinus dem N. petrosus superf. maior entspreche, dass dieser aber bei den Säugethieren die Muskulatur des weichen Gaumens versorge (1893, S. 287)[2]).

Der R. palatinus der Haie wird demgemäss bei der Darstellung der motorischen Facialis-Endgebiete keinerlei Berücksichtigung finden können.

Die Annahme der Uebereinstimmung des R. palatinus mit dem Nerv. petrosus superficialis maior gewinnt dadurch an Werth, dass der Facialis-Stamm kurz vor der Abzweigung des R. palatinus von ihm eine Anschwellung bildet, welche bei Selachiern zuerst durch H. Stannius (1894, S. 32) wahrgenommen ist, dass eine ähnliche Anschwellung am Facialis als Ganglion geniculi bei Säugethieren und beim Menschen unmittelbar vor dem Abtreten des N. petr. maior auftritt. Dieses Ganglion, welches mit der Portio intermedia Wrisbergii in Verbindung steht, stellt einen Theil

1) H. Stannius, Das peripherische Nervensystem der Fische, anatomisch und physiologisch untersucht. Rektorats-Programm. Rostock. 1849.

2) R. Wiedersheim, Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. 3. Auflage. 1893.

des dem Acustico-Facialis zugehörigen Ganglion vor, dessen andere Abschnitte im G. spirale des N. cochlearis u. s. w. zu suchen sind.

Die Gleichwerthigkeit des R. palatinus der Haie mit dem Nerv. petrosus superficialis maior kann auf die sensiblen Fasern, welche der letztere führt, bezogen werden. Es bleibt indessen eine offene Frage, welche morphologische Bedeutung den motorischen Fasern für den M. levator veli palat. und M. levat. uvulae zukomme.

Der Ram. palatinus der Ganoiden und Knochenfische hat durch J. Müller[1]) und H. Stannius eine aufklärende Darstellung erfahren. Durch Letzteren ist die Zugehörigkeit desselben zum N. facialis festgestellt worden. Die Berücksichtigung vieler, verschiedenartiger Formzustände machte die Erkenntniss der stattgehabten Umwandlungen möglich.

Durch die Beurtheilung des R. palat. der Haie als eines homodynamen Nerven mit einem Ram. branchialis n. vagi haben wir eine sicherere Basis gewonnen, von der aus die vielfältigen Zustände der Ganoiden und Knochenfische nach einem entwickelungsgeschichtlichen Princip beurtheilt werden können.

Es lassen die bekannten Zustände nach ihrer Indifferenz sich in die folgende Reihe bringen:

a) Der Ram. palat. ist ein Ast des Facialis. Das von den Plagiostomen her übernommene Verhalten findet sich häufig bei Teleostiern. Die urodelen Amphibien haben es sich bewahrt. Es tritt bei den Larven der Batrachier vorübergehend auf.

b) Der R. palat. verläuft anfangs mit dem Facialis gemeinsam, ist also ein Ast desselben, tritt dann aber selbstständig durch das Petrosum hindurch.

c) Der R. palat. durchsetzt als selbstständiger Nerv das Petrosum. Stannius führt 31 Knochenfische aus sehr verschiedenen Familien an, welche dieser Entwickelungsform folgen.

d) Der R. palat. neigt in seinem Ursprunge sowohl zum Facialis als auch zum Trigeminus hin. Der Befund bei *Lophius* zeigt in dieser Beziehung grösste Indifferenz, indem bei centraler Verwachsung von Trig. und Fac. der R. palat. einen selbstständigen Verlauf durch das Petrosum inne hält (l. c. S. 33).

e) Der R. palat. ist dem Trigeminus-Stamm mehr oder weniger eng angelagert und erscheint als Ast desselben. *Acipenser*, die Gadoiden, *Silurus glanis* bilden vortreffliche Beispiele hierfür.

Die enge Verschmelzung des Facialis-Astes mit dem Quintus war Veranlassung dafür, dass Desmoulins, Cuvier u. A. den R. palatinus dem Trigeminus zuwiesen, dass Büchner den Ast selbst für den R. supramaxillaris des Trigeminus erklärte, was Fischer und Stannius seiner Zeit berichtigten.

Aehnliche Verwachsungen des R. palat. n. facialis mit dem Trigeminus voll-

---

1) Joh. Müller, Ueber den Bau und die Grenzen der Ganoiden und über das natürliche System der Fische. Akad. der Wissensch. zu Berlin.

ziehen sich bei Amphibien. Während die Urodelen (Perennibranchiaten, Derotremen und Salmandrinen) nach FISCHER's Angaben (1843[1]) und 1864[2]) den primitiven selbstständigen Charakter des R. palatinus der Selachier wiederholen, haben die Anuren durch Verwachsung von Facialis und Trigeminus einen analogen Entwickelungsgang mit den Knochenfischen inne gehalten. Anuren-Larven indessen zeigen das primitive Verhalten der Trennung des Facialis vom Trigeminus (FISCHER 1843). Das Gebiet des R. palatinus ist auch bei den Amphibien die Schleimhaut des Mundhöhlen-Daches.

Das Schicksal des R. palatinus bildet ein Stück Geschichte des N. facialis, da in den Fällen von Verschmelzung des ersteren mit dem Quintus auch der gesammte Facialis-Stamm einem gleichen Loose anheimfallen kann. Die Verwachsung von Facialis und Trigeminus kann centripetal fortschreitend bis zum Austritte deren Wurzeln aus dem Gehirn sich erstrecken. Ueber diese Zustände sind die vorzüglichen Berichte von STANNIUS und die neueren Arbeiten über den Gegenstand nachzulesen.

Während der Facialis vom Trigeminus, nach den Angaben J. MÜLLER's[3]) bei Cyklostomen (*Myxine*, *Bdellostoma*, *Petromyzon*), ausserdem bei Plagiostomen, bei sehr vielen Knochenfischen (z. B. *Perca*, *Cottus*, *Trigla*, *Salmo*, *Esox*), ferner bei Urodelen getrennt bleibt, so ist er andererseits bei den Gadoiden, *Lophius*, *Lepidoleprus* centralwärts mit dem Quintus so sehr verwachsen, dass für beide Hirn-Nerven ein gemeinsames Ganglion (G. fusiforme) besteht (vergl. STANNIUS, 1848 S. 32, 60). Aehnliche Verschmelzungen bekunden sich für *Chimaera* im gemeinsamen Verlaufe des Trig. und Fac. bis zum Boden der Augenhöhle, für *Polypterus* und *Lepidosteus* im Abgange des Truncus hyoideo-mandibularis vom gemeinsamen Trig.-Fac.-Stamme (J. MÜLLER, 1844). Auf eine gleiche Weise ist die Konkrescenz auch bei den Anuren durchgeführt.

Ueberall da, wo es zu centralen Verwachsungen benachbarter Gehirn-Nerven gekommen ist, müssen Strecken des Cranium unausgebildet geblieben sein. Hierdurch erheben sich naturgemäss Schwierigkeiten bei der Feststellung der einander entsprechenden Theile am Skelete. Diese Schwierigkeiten werden durch die Erforschung der Natur der Nerven gehoben, etwa in gleicher Weise, wie das Wesen der Nerven über die Homologieen und die Zusammensetzung in der Occipitalregion des Cranium Aufschluss giebt. Das Wesen der Nerven aber, sei es motorischer oder sensibeler, sei es spinaler oder cerebraler Natur, wird aus dem terminalen Gebiete erschlossen.

2. Der Ram. anterior des Facialis der Selachier tritt bei den Formen, welche mit einem Spritzloche versehen sind, als ein R. spiracularis auf. Als solcher ist er bei *Centrophorus* und *Scymnus* ein ansehnliches Gebilde und zieht bei *Hexanchus* bis zur Kiemen-Blättchen-Reihe des Spritzloch-Kanales, an der Basis des Spritzloch-Knorpels

1) J. G. FISCHER, Amphibiorum nudorum neurologiae specimen. Berol. 1843.

2) J. G. FISCHER, Anatomische Abhandlungen über die Perennibranchiaten und Derotremen. Hamburg 1864.

3) JOH. MÜLLER, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Abhandl. der physikalisch-mathematischen Klasse der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1834—1843.

verlaufend (vergl. C. GEGENBAUR 1871). Durch diese zugleich zum Kiefer-Bogen ausgesprochenen Beziehungen kommt dem R. anterior der Charakter eines R. maxillaris zu. Der Nerv führt wie der R. palatinus keine motorischen Elemente. Seine sensiblen Fäden sind der Wandung des Spritzloch-Kanales zugetheilt.

Sucht man bei den höheren Formen nach dem Homologon dieses R. anterior, so müssen auch hier wieder die peripherischen Beziehungen ausschlaggebend sein. Man wird die Nervenzweige des Facialis in Betracht ziehen dürfen, welche durch Anastomosen mit dem N. tympanicus (IX) die Paukenhöhle bestreichen. Andererseits ist es nicht ausgeschlossen, dass der R. ant. mit den Umwandlungen im Gebiete des „Spritzloch-Kanales“ bei höheren Formen zu Grunde gegangen sei.

Als sensibler Zweig dürfte der R. anterior Beziehungen zum Ganglion des Facialis-Stammes besitzen (STANNIUS), wie er denn auch als ein Zweig des R. palatinus bei Haien angetroffen wird. Jene Anastomose des Facialis der Säugethiere mit dem N. tympanicus geht vom Ganglion geniculi aus. Dieser Umstand spricht für die Homologie des R. anterior mit jener Anastomose.

Der Ram. anterior ist dem Angeführten gemäss bei der Besprechung motorischer Elemente nicht weiter zu berücksichtigen.

3. Der in der Gegend des Zungenbein-Bogens sich ausbreitende Ast ist der R. posterior des Facialis. Er ist ein gemischter, bei Weitem der stattlichste Ast und beherrscht eigentlich den Charakter des N. facialis. Seinem ursprünglichen Verhalten nach kann er nichts Anderes als ein Ram. hyoideus gewesen sein. Mit der Umwandlung und gleichzeitigen Reduktion der Visceralspalte zwischen Kiefer- und Zungenbein-Bogen zum Spritzloch-Kanale hat der R. hyoideus durch ventrale Ausbreitungen der sensiblen Zweige und seines motorischen Endgebietes zur Mandibula neue Eigenschaften gewinnen können, welche bereits für die Selachier stationäre geworden sind, für die anderen Fische und die höheren Formen ihre volle Geltung bewahren.

Durch die Benennung dieses eigentlichen R. hyoideus als Truncus hyoideo-mandibularis hat H. STANNIUS bei den Plagiostomen und anderen Fischen das Wesen der Verbreitung dieses Facialis-Astes hinlänglich gekennzeichnet; aber das ursprüngliche Verhalten, welches dem Ram. posterior zu eigen gewesen sein muss, kommt durch diese Bezeichnung nicht zum Ausdrucke, da der eigentliche Kiefer-Ast des Facialis vor der Visceralspalte, vor dem Spiraculum, im Ram. ant. sich vorfindet.

Es ist desswegen auch die von STANNIUS herstammende Annahme (1848, S. 69) als irrthümlich zurückzuweisen, nach welcher der Ast der Unterkiefer-Region, der ja naturgemäss an das Gebiet des Ram. III nervi trigemini angrenzt, einen Ram. post., der R. mandibul. trigemini indessen einen R. ant. vorstelle. Eine solche vordere und hintere Lagerung zu einer Visceralspalte wird durch den R. ant. des Facialis und den R. mandib. trigemini, und zwar durch deren Beziehungen zum Spritzloche, vollauf erfüllt.

Der Truncus hyoideo-mandibularis der Haie ist gemischter Natur. Die

reichlichen, sensiblen Elemente werden in dem Ganglion des Facialis, mithin im Gebiete dorsaler Wurzeln, sich befinden. Das Integument und die Schleimhaut der Mundhöhle in der Unterkiefer- und Zungenbein-Region werden durch den Facialis beherrscht. Diesen sensiblen Elementen sind motorische Zweige zugesellt, welche in der Kiefergegend einen sogenannten R. mandibularis externus und einen R. mand. internus vorstellen (Stannius l. c. S. 65). Eine scharfe Scheidung zwischen mandibularen und hyoidalen Aesten besteht sehr häufig nicht, was aus der anzunehmenden Abstammung eines Truncus hyoideo-mandibul. aus einem Ram. post. s. hyoideus ohne Weiteres sich verstehen lässt. Der sogenannte R. mandib. int. folgt bei den Haien in der Regel viel mehr dem Hyoid- als dem Kiefer-Bogen und dürfte eher den Namen eines R. hyoideus int. verdienen.

Die sensiblen, mandibularen Facialis-Zweige erhalten sich z. Th. in primitiver Anordnung bei den urodelen Amphibien, welche Thatsache Fischer festgestellt hat. Auch bei Reptilien (*Python*) ist bereits 1839 ein Kieferast des Facialis durch C. Vogt nachgewiesen.

Die sensiblen Kieferäste des Facialis gerathen vielfach mit denen des Trigeminus in Berührung, woraus Anastomosen hervorgehen, welche bei Fischen und Amphibien in einfacherer und wenig eingreifender Weise sich hervorthun.

Der Kieferast des Facialis unterliegt bei den Dipnoern, Amphibien, Reptilien und Säugethieren tiefgehenden Veränderungen, welche eine ausführliche Besprechung erfordern werden.

Sensible, in der Schleimhaut der Mundhöhle endigende Facialis-Aeste der Fische sind der Chorda tympani höherer Wirbelthier-Klassen vergleichbar. Nur diejenigen Schleimhaut-Aeste können in Betracht gezogen werden, welche zwischen Kiefer- und Zungenbein-Bogen sich verbreiten; denn diese terminalen Beziehungen sind die einzig maassgebenden. Die Chorda tympani des Menschen erfüllt die letzteren, indem ihre Geschmacks-, sowie ihre sekretorischen Fasern zwischen Hyoid und Mandibula gelagert sind.

Verschiedentlich ist es versucht worden, das Homologon der Chorda tymp. bei den Fischen aufzufinden. Stannius, Balfour, Marshall haben den R. anterior (R. praetrematicus) des Facialis in Betracht gezogen.

Diese Anschauung ist zurückgewiesen worden, mit Recht, weil dem R. ant. die angegebene Ausbreitung nicht zukommt. Froriep[1]), welcher 1885 die morphologische Bedeutung der Chorda tympani als räthselhaft bezeichnet hat, erklärt 1887 dieselbe als einen Haut-Sinnesnerven, welcher dem R. buccalis etc. ähnlich sei (1887, S. 486). Er stimmt mit Jackson und Clarke darin überein, dass die Chorda tympani dem R. mandibul. ext. (Stannius) des Facialis der Plagiostomen entsprechen müsse.

1) Aug. Froriep. a) Ueber Anlagen von Sinnesorganen am Facialis, Glossopharyngeus und Vagus, über die genetische Stellung des Vagus zum Hypoglossus und über die Herkunft der Zungenmuskulatur. Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte. 1885. b) Ueber das Homologon der Chorda tympani bei niederen Wirbelthieren. Anat. Anz. II. Jahrgang. 1887. No. 15. Seite 486—493.

Froriep sucht seine Ansicht durch entwickelungsgeschichtliche Wahrnehmungen zu erhärten. Die Lehre, dass die Chorda tympani bei den Anamnia als Homologon einen Haut-Sinnesnerv besitze, welcher für einen Schleimkanal des Unterkiefer-Bogens bestimmt sei (Froriep, 1887, pag. 491, 492), ist nach meiner Ueberzeugung schon desshalb unhaltbar, weil die Chorda tymp. niemals den Vergleich mit einem Hautnerven aushält. Den Schleimhaut-Ast des Facialis, welcher den Plagiostomen in ganz ursprünglicher Weise wie den anderen Wirbelthieren zukommt, hat Froriep bei seiner vergleichend-anatomischen Erörterung nicht in Betracht gezogen. Das entwickelungsgeschichtliche Material würde fraglos bessere Dienste geleistet haben, wenn die groben, anatomischen Verhältnisse zuvor richtig gewürdigt worden wären. Uebernimmt die Ontogenie in solchen vergleichend-anatomischen Fragen die Führerrolle, so stellen sich, was oben ausgeführt worden ist, Irrthümer gröberer Art leicht ein. Die bei R. Wiedersheim (1893, S. 286) sich findende Bemerkung über Froriep's Auffassung von der Chorda tympani ist durchaus zutreffend. Auch für W. bleibt es unverständlich, wie ein Haut-Sinnes-Nerv der Selachier bei den Amnioten zum Mundhöhlen-Boden, resp. in die Zunge gelangen, wie also ein gleicher Nerv dort nach aussen, hier aber nach innen vom Unterkiefer gelagert sein könne.

Dass die Chorda tympani ein uralter Nerv sei, ist richtig; die Annahme jedoch, dass er wahrscheinlich der älteste Ast des Facialis sei (Rabl, 1887, S. 225)[1]), entbehrt der Begründung. Er ist wohl ebenso alt, wie die anderen hier berücksichtigten Aeste es sind.

Die motorischen Elemente im Truncus hyoideo-mandibularis lassen sich in dorsal und in ventral verzweigte eintheilen. Sie endigen bei den Plagiostomen in Muskeln, welche hinter dem Spritzloche den vorderen Abschnitt des Constrictor-Systems darstellen und am Kiefer- und Zungenbein-Bogen angeheftet sind. In ihrer Stärke spiegelt sich ja die Mächtigkeit der ihnen zugehörigen Muskel-Lagen wieder. Das Muskel-Gebiet ist durchgehends durch den vorderen Abschnitt des Constrictors der Kopf-Darm-Höhle, sowie durch die Abkömmlinge dieses Abschnittes vertreten. Die Annahme, dass auch der zwischen Kiefer- und Zungenbein-Bogen sagittal ausgespannte Muskel (Genio-hyoideus) unter der Herrschaft des Facialis stehe, darf als eine irrthümliche und als eine bereits wieder verlassene betrachtet werden (m. vgl. Stannius 1849)[2])

1) Karl Rabl, Ueber das Gebiet des Nervus facialis. Anatomischer Anzeiger. II. Jahrgang. 1887. No. 8. S. 219—227.

2) H. Stannius kam auf Grund sowohl von Reizversuchen als auch von anatomischen Untersuchungen zur Ueberzeugung, dass der R. hyoideus des Trunc. hyoid.-mandib. den „Genio-hyoideus" innervirte (1849. S. 30, 46, 62). Für *Raja*, *Acipenser* und Knochenfische galt die Angabe. Da der „Genio-hyoideus" der Fische fraglos zum Rektus-System gehört, so fällt er dem Gebiete der vordersten, kranialen Spinalnerven oder der spinalen Kranialnerven anheim. Abgesehen von dieser nicht stichhaltigen Angabe sowie von derjenigen, wonach der zwischen den Kieferhälften der Knochenfische ausgebreitete Muskel vom Trigeminus beherrscht sein soll, verdanken wir Stannius die wichtige Feststellung der Thatsachen, dass bei Selachiern (*Spinax acanthias*, *Charcharias glaucus*) von den Muskeln hinter dem Spritzloche der Heber des Quadratbeines und der vordere Abschnitt des Constrictors der Kiemenhöhle dem Facialis anheimfallen. In gleicher Weise ist das Muskelgebiet des Facialis durch Reizversuche bei *Raja clavata*, bei *Acipenser* und bei Knochenfischen (*Esox*, *Silurus glanis*, *Pleuronectes*) durch Stannius ziemlich genau festgestellt worden. Bei den letzteren folgte der Reizung der unmittelbar vor dem Acusticus

Bei den Fischen mit wohlentfaltetem Kiemen-Deckel-Apparate fällt hauptsächlich dem dorsalen Nervenast die Innervation der betreffenden Muskulatur zu. Dem entsprechenden Aste der Knochenfische ist durch STANNIUS das Prädikat eines *Ram. opercularis* beigelegt worden. STANNIUS erkannte die Uebereinstimmung dieses *R. opercularis* mit Nervenzweigen, welche bei Selachiern und *Chimaera* zum vordersten Abschnitt des Konstriktors der Kiemen-Höhle gelangten (1849 S. 61, 67). Durch diese Erkenntniss ward auch wieder ein sicherer Boden für den Vergleich des besagten Nervenastes mit Facialis-Aesten bei höheren Wirbelthieren gegeben. Den von STANNIUS hierin gemachten Versuchen vermögen wir allerdings nur äusserst bedingt beizupflichten (l. c. S. 68). CUVIER, BÜCHNER, SCHLEMM und MÜLLER nannten in einer heutzutage verlassenen Weise den ganzen Facialis der Knochenfische einen R. opercularis des Trigeminus. ROLANDO beseitigte den darin enthaltenen Irrthum (1828); SERRES (1824) und BÜCHNER hatten zuvor den „R. opercularis trigemini“ in zutreffender Weise dem N. facialis höherer Wirb elthiere verglichen (vgl. STANNIUS 1849 S. 66).

Ein jeder motorische Zweig im Truncus hyoideo-mandibularis findet seine schärfere Abgrenzung nur im Endgebiete. Ist dieses cirkumskript, und sind seine Veränderungen in der Wirbelthier-Reihe erforscht, so sind auch die Homologieen der motorischen Nerven erschlossen. Jeder Vergleich allein der motorischen Nerven niederer und höherer Abtheilungen mit einander, welcher ohne Berücksichtigung des Endgebietes geschieht, wird zu keinem sicheren Ziele führen. Wenn STANNIUS den R. auricularis der Säugethiere mit dem R. opercularis der Fische vergleicht, so leuchtet dieser Vergleich nur als ein Fünkchen von Wahrheit dem auf einem unerforschten Gebiete Suchenden.

Die Umgestaltungen aller Abschnitte des motorischen Endgebietes müssen also auf vergleichend-anatomischem Wege erforscht werden, um die Homologieen der motorischen Nerven festzustellen. Bestrebungen nach dieser Richtung fallen mit der hier gestellten Aufgabe zusammen. Es genügt heutzutage nicht mehr die allgemeine Angabe, dass der R. hyoideus bei Amphibien einen M. vertebro-tymp.-maxillaris und einen M. stylo-hyoideus, bei Reptilien, Vögeln und Säugethieren einen M digastricus und die Hautmuskeln des Halses innervire (FISCHER-STANNIUS u. A.). Derartige Angaben sind immer nur theilweise richtig; sie erschliessen nicht den ganzen Sachverhalt und sind oft ganz unhaltbar, was z. B. WALTER's Arbeit (1887) beweist.

Das elektrische Organ von *Torpedo* empfängt in Folge seiner Entstehung auch aus dem motorischen Facialis-Gebiete Zweige dieses Gehirn-Nerven. Der N. electricus primus ist denn auch seit Alters her als ein eigenthümlich umgewandeltes Element des Facialis gedeutet worden (STANNIUS 1849 S. 33, 69).

Der Truncus hyoideo-mandibularis ist unschwer bei den Amphibien wieder aufzufinden. Motorische und sensible Aeste sind erhalten. J. G. FISCHER, welcher 1864 vortreffliche Berichte hierüber schrieb, nannte die mehr selbstständig verlaufenden

---

befindlichen Wurzel ein Heben des Kiemen-Deckels und Bewegen der Membrana branchiostega (vgl. STANNIUS 1848. S. 24—30).

Hautäste einen R. alveolaris und einen R. mentalis und hiess den mit gemischten Fasern versehenen Stamm einen R. jugularis (l. c. S. 137).

c. Anastomosen des Facialis mit benachbarten Gehirn-Nerven.

1. Verbindung mit dem Glosso-pharyngeus.

Der Ram. posterior (R. hyoideus s. Trunc. hyoideo-mandibul.) des Facialis, welcher durch den Verlauf längs des Zungenbein-Bogens ein wahrer R. hyoideus ist, theilt bei den Selachiern die Nachbarschaft mit dem R. ant., d. i. einem R. hyoideus des dem ersten Kiemen-Bogen zugehörigen Nerven, des Glosso-pharyngeus. Mit der Umbildung des Zungenbein-Bogens und seiner Weichtheile leiten sich Verbindungen zwischen Facialis und Glosso-pharyngeus ein, welche bei Ganoiden durch Stannius (*Acipenser*)[1]) und durch J. Müller[2]) (*Polypterus* und *Lepidosteus*) bereits wahrgenommen worden sind, welche bei Knochenfischen (*Perca*, *Tinca*) (s. Stannius) und bei allen Amphibien, *Menobranchus* und *Siren* ausgenommen, bestehen (G. Fischer 1843, 1864), fernerhin bei allen höheren Wirbelthieren häufige, wenn nicht konstante Vorkommnisse sind. Das hängt mit dem Ausfalle der Visceralspalten und der daraus resultirenden, engeren Vereinigung der Gebiete beider Nerven zusammen.

Dadurch, dass auch der R. hyoideus des Glosso-pharyngeus bei Selachiern einen Zweig zur Schleimhaut der Mundhöhle entsendet, der bei Teleostiern in der Pseudobranchie endigt, kommen in der Gegend von Kiefer- und Zungenbein-Bogen Schleimhautäste von drei Gehirn-Nerven zur Verbreitung, von Trigeminus, Facialis und Glosso-pharyngeus. Im N. lingualis und in der Chorda tympani dürften jene Aeste bei den Säugethieren für den Trigem. und den Facialis wieder aufzufinden sein.

Für den Glosso-pharyngeus erheben sich beim Auffinden des R. anterior s. hyoideus desselben bei den Säugethieren Schwierigkeiten. Man wird an den N. tympanicus denken müssen. Derselbe ist im Caniculus tympanicus von jenem gefässreichen, zelligen Gebilde umgeben, welches von W. Krause (1878)[3]) als Glandula tympanica beschrieben und als der Rest einer Kieme gedeutet worden ist. Daher legte der Autor dem Gebilde auch den Namen einer Gl. tymp. branchialis bei. Ist die Deutung richtig, was wohl kaum zu bezweifeln ist, so kann der Nerv, welcher die sogenannte Drüse begleitet und mit feinen, marklosen Fasern durchsetzt[4]), nur dem R. ant. (hyoideus) des Glosso-pharyngeus der Fische gleichwerthig sein. Der R. post. endigt in der Pharynx-Muskulatur; seine sensiblen Zweige sind der Zunge,

---

1) Die Anastomose wird bei *Acipenser* durch den Ram. opercularis hergestellt (l. c. 1848. S. 61).

2) Ueber den Bau und die Grenzen der Ganoiden, und über das natürl. Syst. der Fische. Berlin. 1844.

3) W. Krause, Die Glandula tympanica des Menschen. Centralblatt für die medic. Wissenschaften. 1878. No. 41.

4) Beck, Anatomische Untersuchungen über das VII. und IX. Hirnnervenpaar. 1847. S. 60.

Tonsille und Epiglottis zugetheilt. Durch die Nachbarschaft des N. tympanicus IX zum Stapes könnten alte Beziehungen zum Hyoidbogen bewahrt geblieben sein. Durch die bekannte Anastomose des Facialis mit dem N. tympanicus könnten typische Verbindungen zwischen beiden Hirnnerven, welche bereits bei Fischen (z. B. der Pseudobranchie) auftreten, ebenfalls erhalten sein. Es besteht aber ausserdem die Möglichkeit, dass in der Fortsetzung des N. tympanicus das Homologon des Ramus pharyngeus (IX) enthalten sei. Ist dies der Fall, so entspricht der N. petrosus superficialis minor sowohl dem N. palatinus als auch einem der Rr. branchiales n. vagi der Fische. Die Anastomose, welche zwischen Facialis und Gl.-phar. ganz ausserhalb des Schädels besteht, darf mit der erwähnten nicht verwechselt werden. Sie ist sehr wahrscheinlich durch die Verschmelzung der motorischen Endgebiete beider Nerven entstanden.

Die Entscheidung über die Homologieen jener feinen Nervenzweige wage ich nicht zu treffen. Die Diskussion hierüber muss aber immer auf's Neue die kritischen Punkte hervorheben, wobei die Volum-Verhältnisse der Nerven natürlich völlig in den Hintergrund treten (Gegenbaur 1871 S. 510/11).

2. Anastomosen zwischen Aesten des Facialis und Trigeminus.

Der mandibulare Ast des Ram. posterior n. facialis theilt sich mit dem Ram. mandib. des Trigeminus in das Haut-Schleimhaut-Gebiet der Unterkiefer-Gegend. Aus dieser nachbarlichen Beziehung leiten sich Verbindungen beider Nerven her, welche bereits bei *Acipenser*, *Chimaera* und besonders bei den Knochenfischen zu eng gefügten Anastomosen führen. In dieselbe pflegen auch motorische Facialis-Elemente hineinbezogen zu werden, so dass ganz neue Verhältnisse daraus entstehen. Die Angabe, dass der zwischen den Kieferästen ausgebreitete, quere Muskel bei *Acipenser* und Teleostiern dem Trigeminus zugehöre (Stannius s. 46), ist auf das Verschmelzen von Facialis-Aesten mit solchen des Trigeminus zurückzuführen. — Die Kiefer-Aeste des Facialis kämpfen bei den Amphibien um die Erhaltung ihrer Selbstständigkeit; sie bewahren sich dieselbe noch hier und dort in sensiblen und motorischen Aesten. Einige motorische Gebiete des Facialis sind bei Amphibien konstant an den Trigeminus insofern überwiesen, als Facialis-Aeste der Bahn des Ram. III n. trigemini sich angeschlossen haben (Intermandibular-Gebiet). Es ist in dem einzelnen Falle meist schwer zu entscheiden, ob ein Nerv, welcher den Trigeminus verlässt, demselben nur in sekundärer Weise angeschlossen sei und einen Theil der vom Facialis stammenden Wurzel-Anastomose zwischen V und VII darstelle. Da der anatomische, direkte Nachweis bisher nirgends geliefert ist, sind wir auf eine vergleichend-anatomische Beurtheilung verwiesen. Man schiesst jedoch über das Ziel hinaus, wenn man Hautnerven des Trigeminus, welche zwischen Masseter und Temporalis hervorkommen und bis zur Nasengegend sich begeben, auf Wurzel-Gebiete des Facialis bezieht, wie

dies J. Waldschmidt[1]) für Epicrium glutinosum zu thun scheint. Hier handelt es sich wohl um einen wahren Trigeminus-Ast. Die thatsächlich auch bei Gymnophionen bestehende, intrakraniale Verbindung zwischen Trigeminus und Facialis darf ohne Weiteres für die Facialis-Natur jener Hautnerven nicht in Anspruch genommen werden.

Bei Reptilien reisst der Trigeminus in höherem Grade die ursprünglich freien Kieferäste des Facialis an sich. Ein R. mandibularis des Facialis ist bei Ophidiern (*Python*) durch C. Vogt nachgewiesen worden[2]). Bei den meisten Reptilien, Vögeln und bei Säugethieren scheint der R. mandib. n. facialis dem Trigeminus völlig einverleibt worden zu sein.

d. Segmentation des N. facialis.

Das Verbreitungsgebiet des Nervus facialis liegt bei den Selachiern in sehr deutlich ausgesprochener Weise am Zungenbein-Bogen; an ihm findet wenigstens der Hauptast sein Endgebiet. Dieser Ast entspricht dem Ram. posterior je eines R. branchialis des Vagus. Mit dem schwächeren, vorderen Aste verbreitet sich der Facialis am oberen Theile des Kiefer-Bogens in der Nähe der Spritzloch-Kieme. Dieser Ast entspricht, wie wir gesehen haben, dem Ram. anterior eines Ram. branchialis des Vagus. Da der R. pharyngeus eines R. branchialis n. vagi am Facialis durch den R. palatinus vertreten ist, so wird die Annahme der segmentalen Homologie des N. facialis mit einem R. branchialis des Vagus eine unabweisbare. Auf der Erkenntniss dieser Uebereinstimmung der betreffenden Gebilde beruht die Lehre, dass der Facialis einen Einzelnerven, aber keinen Komplex von segmentalen Gebilden, wie der Vagus, darstelle. Durch C. Gegenbaur ist dies ausführlich dargelegt worden (vgl. z. B. 1871, S. 542).

Die Ausbildung des R. post. (R. hyoideus) des Facialis zu einem Truncus hyoideo-mandibularis hat, wie wir gesehen haben, auch einen R. mandibularis in's Leben gerufen. Wenn man diesem Nerven wegen seiner oft stattlichen Entwickelung eine morphologische Bedeutung als Begrenzungsnerven einer eigenen Visceralspalte zuerkennt, so ist damit der Weg zu irrigen Anschauungen beschritten. Stannius verfiel einem solchen Irrthum. Der R. mandib. des Facialis kann niemals mit dem R. mandib. des Trigeminus einem und demselben Visceralbogen angehört haben. Das Vorhandensein des Spritzloches und des Ram. ant. n. facialis streitet gegen eine solche Annahme auf sehr entschiedene Weise.

Denkt man sich das Spritzloch bis zur ventralen Körperfläche ausgedehnt, so tritt die Zugehörigkeit des R. mandibul. n. trigemini und des R. anterior n. facialis

1) Julius Waldschmidt, Zur Anatomie des Nervensystems der Gymnophionen. Inaugural-Dissertation 1887. Bern. (Seite 11.)

2) C. Vogt, Müller's Archiv f. Anatomie. Jahrgang 1839.

zum Kiefer-Bogen deutlicher hervor. Nimmt man nun aber an, dass eine Kiemenspalte am Hyoidbogen ausgefallen sei, so muss ihre einstmalige Existenz zwischen den R. hyoideus und den R. mandibularis des Facialis verlegt werden. Und in diesem Falle muss der R. mandibularis in sich einen R. ant. und einen R. post. enthalten, welche die vermeintlich ausgefallene Kiemen-Tasche umzogen haben. Um auch diese Forderung zu erfüllen, kann man wiederum in dem R. mandibularis des Facialis die erforderlichen, morphologischen Eigenschaften eines R. externus und eines R. internus erblicken. Dann ist aber auch eine Reihe von vagen Annahmen auf einander gebaut, und es kann nicht verlockend sein, in ein solch locker gefügtes Gebäude von Hypothesen Einzug zu halten.

Die Lehre von der einfach segmentalen Natur des Nervus facialis ist Angriffen von verschiedenen Seiten her ausgesetzt gewesen. J. W. van Wijhe (1882, S. 317) hatte im Anschluss an Stannius in dem Facialis einen doppelt segmentirten Nerven erblickt. Für die Wahrscheinlichkeit dieser Meinung ist v. Wijhe auch späterhin eingetreten [1]), indem die Kranioten nach seiner Meinung niemals mehr als acht Kiemen-Taschen — „abgesehen von einer im Hyoidbogen vielleicht abortirten" — besessen haben. R. Wiedersheim ist in seinem Lehrbuch ebenfalls für den Aufbau aus zwei Metameren eingetreten. Der Facialis gehöre als dorsaler Ast zum dritten und vierten Kopf-Metamer (1893, S. 281). Der Ram. mandibularis hätte danach vor, der Ram. hyoideus aber hinter einer abortiven Kiemen-Spalte gelegen. Das Verhalten der Vertheilung der Facialis-Aeste ist also zur Stütze einer sehr differenten Anschauung auf's Neue herangezogen worden. Ich vermisse dabei nun vor Allem einen strengen Nachweis über die Natur jener beiden Hauptäste des Facialis überhaupt. van Wijhe hatte dies seinerzeit unterlassen, und heute, wo wir noch besser über die terminalen Gebiete des N. facialis Bescheid wissen, könnte ich kein Moment angeben, welches für die Lagerung jener beiden Hauptäste heranzuziehen wäre. Von Seiten der Facialis-Zusammensetzung hat die Hypothese der Doppelnatur des N. facialis die Gewähr des Haltbaren nicht erbracht. van Wijhe ist geneigt, in dem von Balfour bei Selachier-Embryonen beschriebenen und durch die Orbita verlaufenden R. dorsalis einen Abschnitt des Facialis zu erblicken, welcher als Segmentstück die obige Hypothese von der Doppelnatur des Facialis-Gebietes stützen solle. Ein einfacher, dorsal sich verzweigender, vielleicht sehr harmloser Zweig kann ohne Weiteres als ein Argument für das Vorliegen eines ganzen Segmentes eigentlich nicht aufgerufen werden. Es ist wohl kaum ein einziges Nervenästchen zu nennen, welches die Berechtigung dazu abgegeben hat, für die Anwesenheit eines ganzen Segmentes zu plaidiren. Ein Nerv an sich sagt nichts aus; das Bestimmungs-Gebiet ist ausschlaggebend! Was wissen wir aber in dieser Beziehung über den Balfourschen Nerven?

Dass der Facialis ventralwärts vordere Aeste in die Mandibular-Region, hin-

1) J. W. van Wijhe, Die Kopfnerven der Kranioten beim *Amphioxus*, nebst Bemerkungen über die Wirbeltheorie des Schädels. Anatomischer Anzeiger. IV. Jahrgang. 1889. No. 18. S. 566.

tere in die Hyoid-Gegend sendet, ist durchaus nichts Seltsames. Zieht man allein in Betracht, dass die erste Visceralspalte ventral zwischen erstem und zweitem Visceralbogen abortirt sei, um dorsal als Spritzloch bestehen zu bleiben, so wird die Ausdehnung des motorischen und sensiblen Facialis-Gebietes zur Mandibular-Gegend vollauf verständlich. Lässt man hingegen zwei Kiemen-Spalten hier ausfallen, so bieten die genannten Facialis-Aeste keinen Anhaltspunkt für das immerhin schon Ueberraschende jener Hypothese. Ich halte es nicht für möglich, nach dem heutigen Stande unserer Kenntniss die letztere durch das Verhalten der Nerven-Verästelung zu unterstützen.

Die Facialis-Aeste verrathen nichts von einer postulirten, doppelten Segmentation ihres Gebietes. Man wird sich daher dazu bequemen müssen, durch gründliche, erneute, neurologische Untersuchungen eine sichere Basis zu gewinnen.

Die Legende von der Doppelnatur des N. facialis hat ihren Ursprung wohl auch in der früheren Annahme gefunden, dass der erste, auf das Hyoid folgende Visceralbogen von *Amphiuma*, *Menopoma*, *Cryptobranchus* wegen seiner Form und Verbindung mit der Kopula ein zweites Zungenbein-Horn sein müsse. Diese auf rein äusserlichen Gründen beruhende Ansicht ist aber bereits vor 30 Jahren durch J. G. FISCHER (1864, S. 18)[1]) zurückgewiesen worden. —

Es sind neue Skeletstücke in der Medianebene zwischen Kiefer- und Zungenbein-Bogen aufgefunden worden. Man kann nur davor warnen, derartige Kopula-Stücke zu Gunsten von ausgefallenen Visceralbogen zu deuten.

B. Motorisches Endgebiet des Facialis.

Eine Fülle ungelöster Fragen breitet sich vor uns aus, wenn wir uns eine Vorstellung von dem Entwickelungsgange des motorischen Endgebietes des Facialis machen wollen. Ich wünsche, durch die folgenden Blätter unsere Kenntniss auf diesem Gebiete in festere Bahnen zu lenken. So fühle ich mich denn auch gezwungen, allenthalben auf das thatsächliche Verhalten zunächst einzugehen, da die Vergleichung, wie GEGENBAUR sich ausdrückt, erst durch die Kenntniss des genauen Thatbestandes festen Boden gewinnt und erst durch sie gestattet, begründete Schlüsse zu ziehen. Wenn nach dieses Forschers Auffassung aber zu einer wichtigen Deutung der Thatsachen vor Allem die volle Kenntniss derselben gehört[2]), so musste es ein Ansporn sein, an diesem Orte genaue Beobachtungen ausführlich darzustellen, um dieselben danach für das Ganze verwerthbar zu machen.

1) J. G. FISCHER, Anatomische Abhandlungen über die Perennibranchiaten und Derotremen. 1. Heft. Hamburg 1864.

2) C. GEGENBAUR, Ueber die Occipitalregion und die ihr benachbarten Wirbel der Fische. Festschrift für A. v. KÖLLIKER. Leipzig 1887. S. 3, 28.

Oftmals ist unserer unmittelbaren Wahrnehmung die Abgrenzung der Organe, welche hier behandelt werden sollen, entzogen. Wir müssen dann durch Berücksichtigung anderer Umstände die verwischte Grenze erschliessen. Bei der Konkrescenz von Muskeln, welche je Aeste aus einem Nerven, etwa aus dem Facialis empfangen, ist die Entscheidung meist nur durch Rücksichtnahme auf verschiedene Nebenumstände zu geben. Die Nerven werden ausschlaggebend, sobald Verwachsungen zwischen Muskeln entweder aus dem Facialis- und Trigeminus-, oder aus dem Facialis- und Glosso-pharyngeus-Gebiete vorliegen. Wo Derartiges stattfindet, erwachsen für die Erforschung des Thatbestandes Schwierigkeiten, welche hier keineswegs alle haben bewältigt werden können.

Ich werde mit der Darstellung des Sachverhaltes bei den Selachiern beginnen, denjenigen bei einigen anderen Fischen, bei Amphibien und Reptilien folgen lassen. Eine Beurtheilung für die Zustände bei Säugethieren wird sich daran anfügen lassen, da wir wenigstens eine einigermaassen sichere Basis hierfür nach der Erörterung der Befunde bei den niederen Wirbelthieren gewinnen.

Das Untersuchungsfeld war zu gross, als dass es an allen Stellen gleichmässig hätte bearbeitet werden können. Ganze Abtheilungen sind hier ausser Acht gelassen worden. Ganoiden, Knochenfische u. A. konnten nicht in den Kreis eigener Untersuchungen gezogen werden. Demgemäss erschien es mir auch zweckmässig die Litteratur nur da, wo sie direkt förderlich war, heranzuziehen.

I. Fische.

a. Selachier.

1. Squali.

Benj. Vetter's „Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Kiemen- und Kiefer-Muskulatur der Fische“ (1874) behandeln im ersten Theile die Selachier.[1]) Die anatomischen Zustände der Haie sind hier in so vortrefflicher Weise zur Darstellung gekommen und beurtheilt worden, dass Vetter's Untersuchungen in fast allen Ergebnissen bis auf den heutigen Tag maassgebende geblieben sind.

Zwischen dem Hinterende des Schädels und dem Schultergürtel werden eine Reihe muskulöser Scheidewände gefunden, deren Anzahl von derjenigen vorhandener Kiemen-Spalten abhängig ist. Das Septum, welches zwischen das Spritzloch und die erste Kiemen-Tasche eingeschaltet ist, gehört dem Nervus facialis zu. Die vom Trigeminus versorgte Kiefer-Muskulatur schliesst rostralwärts, die muskulöse Scheidewand

1) Jenaische Zeitschrift, Bd. VIII. 1874.

zwischen 1. und 2. Kiemen-Spalte indessen, welche dem Glosso-pharyngeus zugehört, fügt sich caudalwärts an das Facialis-Gebiet an.

Die Grenzmarken zwischen den drei motorischen Nerven-Gebieten lassen an Schärfe der Ausprägung nichts zu wünschen übrig. Bei niedrig stehenden Formen sind die Grenzen so scharf, dass auf Grund dieser Befunde auch die Zustände bei specialisirteren Selachiern beurtheilt worden sind. Alle Muskel-Scheidewände, welche hinter dem Glosso-pharyngeus-Gebiete sich befinden, gehören dem Vagus zu. Sie sind es, welche bei den verschiedenen Species an Zahl wechseln, bei *Heptanchus* in fünf Paaren, bei *Hexanchus* in vier und bei den übrigen Selachiern in drei Paaren auftreten.

Die septale Muskulatur des Glosso-pharyngeus und Vagus besteht je aus kleinen Gebilden, welche B. Vetter die „oberen Zwischenbogen-Muskeln" und die „mittleren Beuger der Bogen" benannt hat, und ausserdem je aus einem „oberflächlichen Ringmuskel". Der letztere setzt in seiner Vielzahl ein System gleichartiger, serial homologer Bildungen zusammen, welche den Constrictor arcuum visceralium aufbauen.

Obere Zwischenbogen-Muskeln, sowie mittlere Beuger sind dem Facialis-Gebiete abhanden gekommen. Der serial homologe Abschnitt des Constrictor superficialis ist bei den Haien der einzige Bestandtheil im Gebiete des Facialis geblieben. Das letztere hat also im Vergleich mit der Gliederung der hinter ihm liegenden Muskelsepten Einbusse erlitten. Dafür aber hat am oberflächlichen Ringmuskel ein sehr bedeutsamer Ausbau stattgefunden, wodurch das Facialis-Gebiet über die caudalwärts sich anschliessenden, serial homologen Bildungen schon bei den Selachiern sich erhebt. Gehören die caudalwärts folgenden Gebiete in strenger, segmentaler Anordnung den auf einander folgenden Kiemen-Bogen zu, so ist in Uebereinstimmung hiermit die Facialis-Muskulatur dem Hyoid-Bogen zugewiesen, ebenso wie die Kiefer-Muskulatur dem Kiefer-Bogen anheimfällt.

Vetter hat die Kiefer-Muskulatur der Selachier auf das einfache Verhalten der Muskulatur eines hinteren Visceral (Kiemen-) Bogens beziehen können und deren hochgradige Differenzirung im Einklange mit der Ausbildung des Kiefer-Bogens gefunden. Mögen hier auch in Einzelheiten Berichtigungen unvermeidlich sein, so dürfen die Verhältnisse doch im Ganzen als erschlossen betrachtet werden. Die Rückbildung des dorsalen Stückes des Hyoid-Bogens, sowie die Anlagerung des letzteren an die Innenfläche des Kiefer-Bogens stehen in engem Verbande einerseits mit dem Fehlen der oberen Zwischenbogen-Muskeln u. s. w., sowie andererseits mit der Entfaltung der Constrictor-Portion über Gegenden, welche ihr ursprünglich fremd gewesen sein müssen. Die einzelnen Muskel-Septen sind nämlich in den Skelet-Anheftungen auf die ihnen zugehörigen Visceralbogen angewiesen. Die Facialis-Muskulatur macht hiervon aber eine Ausnahme, insofern der durch sie gebildete Constrictor-Theil nicht allein am Zungenbein-Bogen Anheftungen besitzt, sondern auch in sehr ausgedehnter Weise am Kiefer-Bogen Anheftungen findet. Diese Beziehungen, welche das motorische Facialis-Gebiet zum Kiefer-Bogen neu gewonnen hat, sind bei den Selachiern eingebürgert und erheben die Muskulatur des Hyoid-Bogens über die nach hinten

folgenden, serial homologen Constrictor-Abschnitte, welche auf dem Stadium der Indifferenz verharren:

Die bei Selachiern bereits fixirte Anheftung an den Kiefer-Bogen ward auf höhere Wirbelthier-Abtheilungen übertragen. Sie ist das Hauptmoment, vermöge dessen die Facialis-Muskulatur das Uebergewicht über hintere, anfangs gleichwerthige Nachbargebiete, erhalten hat, um schliesslich selbst bis zum Schultergürtel sich auszudehnen.

An der ventralen Körperfläche ist das Gleichmaass der Constrictor-Abschnitte durch das Ueberwiegen der dem Facialis zugehörenden Portion über die hinteren Segmente gestört. Auch dieser Zustand gehört bereits zur Organisation der Haie; er ist, in gleicher Weise wie das Uebergreifen auf den Kiefer-Bogen, auf höhere Wirbelthiere übertragen.

Der Constrictor ist, soweit er dem Facialis anheimfällt, durch Anheftungen an Kiefer- und Zungenbein-Bogen bei Selachiern streckenweise deutlich geschichtet. So bekommen wir es schon hier mit einer oberflächlichen und mit einer tiefen Portion zu thun, welcher je eine wichtige Rolle bei höheren Formen zugewiesen ist. Bei den Selachiern sind demgemäss sehr tief greifende Veränderungen im Facialis-Gebiete eingeleitet, zum Theil sogar schon durchgeführt.

Alle Abschnitte der oberflächlichen Ringmuskulatur liegen, was Vetter hervorhebt, der Vorderseite der Radien der Visceralbogen auf. Der mittlere Theil einer Muskel-Scheidewand zwischen den einzelnen Kiementaschen setzt sich je vom dorsalen und vom ventralen Abschnitte ab. Er bildet je das von Vetter als Kiemen-Scheidewand-Muskel bezeichnete Gebilde, welches vom Visceralbogen aus bis zum freien Rande einer Kiemen-Scheidewand sich ausdehnt und grösstentheils in die Tiefe zu lagern kommt. Diese Lage ist zum Theil die Ursache der Ausbildung der Mm. interbranchiales.

Der Zungenbein-Bogen lässt es wegen seiner Anlagerung an den Kiefer-Bogen, wegen der Rückbildung der in Betracht kommenden Kiementasche zum Spritzloche, sowie wegen der oberflächlichen Lage seiner Radien zur Ausbildung einer mittleren, interbranchialen Muskelpartie nicht kommen (vergl. Vetter, S. 437). Dadurch wird der Facialis-Theil des Constrictor superfic. in einer sehr indifferenten Weise angetroffen. Es ist nicht auszumachen, ob ihr nicht ein differenter Zustand vorausgegangen sei.

Da die den oberen Zwischenbogen-Muskeln und den mittleren Beugern der Bogen gleichwerthigen Gebilde am Zungenbein-Bogen fehlen, da es ausserdem zur Ausbildung eines M. interbranch. nicht gekommen ist, so gestaltet sich das motorische Facialis-Gebiet der Selachier zur einfach angeordneten Muskelplatte um, welche den hinteren Rand des Spritzloches bildet, am Kiefer- und Zungenbein-Bogen befestigt ist, rückwärts bis zur vorderen Begrenzung der ersten Kiementasche sich ausdehnt und dorsal sowie ventral an das Glosso-pharyngeus-Gebiet sich anlehnt.

Der Constrictor superficialis der Haie ist von der dorsalen zur ventralen Körperfläche ausgedehnt. Dabei besteht an der Seite der Scheidewände ein enger Zusammenhang zwischen dorsalen und ventralen Muskelbündeln. Vetter hat der Bequemlichkeit

halber den Constr. superf. in ventrale und dorsale Abschnitte eingetheilt und diese gesondert vorgeführt.

Die Scheidung des Facialis-Antheiles am oberflächlichen Ringmuskel in einen ventralen und in einen dorsalen Abschnitt ist jedoch bereits bei Selachiern schärfer als an hinteren Theilen des Muskels ausgesprochen. Diese Scheidung hat die Natur weiterhin durchgeführt, und die Eintheilung in ventrale und dorsale Abschnitte wird in Hinsicht auf die höheren Wirbelthiere ausserdem noch geboten.

B. Vetter untersuchte je ein Exemplar von *Heptanchus cinereus*, *Scymnus lichia* und *Acanthias vulgaris*. Die vorzügliche Darstellung des Thatbestandes, namentlich von *Hept.* und *Acanthias*, und zwar immer unter der weitgehendsten Berücksichtigung der zugehörigen Nerven, macht es möglich, alle wichtigen Momente hier direkt nutzbar zu machen. Vor Kurzem erschienen die unter M. Fürbringer's Anregung entstandenen Untersuchungen B. Tiesing's, welcher *Mustelus laevis* mit in den Kreis seiner Forschungen zog.

Meine Untersuchungen erstrecken sich je auf ein Exemplar von *Heptanchus cinereus*, *Hexanchus griseus*, *Acanthias vulgaris*, *Mustelus laevis*. Aus Vetter's, Tiesing's und aus den eigenen Wahrnehmungen, welche mich von der Stichhaltigkeit derjenigen der beiden Autoren immer auf's Neue überzeugt haben, entnehme ich für die folgende Darstellung die nöthigen Angaben. Das Material reichte hin, um den Entwickelungsgang der Facialis-Muskulatur aus der Vergleichung der sich darbietenden Zustände abzuleiten. Die Resultate meiner Untersuchungen lehnen sich eng an die Vorstellungen an, welche aus den Vetter'schen Untersuchungen direkt zu entnehmen sind. Die Behandlung des Stoffes weicht von derjenigen Vetter's gemäss der Verschiedenartigkeit der von einem Jeden von uns gesteckten Ziele ab.

Vetter behandelte die Muskulatur unter Berücksichtigung der Innervation nach Systemen. Ich griff nur die von einem bestimmten Nerven beherrschte Muskel-Gruppe zur Darstellung heraus. B. Tiesing (1895) hat bei der Behandlung der Muskulatur der Haie und Rochen der Innervation in gebührender Weise den Vorrang als Eintheilungs-Princip eingeräumt.

Der Stoff soll möglichst derartig geordnet werden, dass die auf niedriger Entwickelungsstufe befindlichen Zustände den Ausgangspunkt für das höher Entfaltete bilden.

In der Terminologie möchte ich mich dem Brauche der älteren Forscher entziehen und es gänzlich vermeiden, Muskeln niedriger Wirbelthiere mit den Namen menschlicher Gebilde zu betrauen. Rein äusserliche Merkmale und nur scheinbar klarliegende, funktionelle Eigenschaften sollten in der Wahl der Termini nie mehr ausschlaggebend sein. Die Beurtheilung myologischer Einrichtungen gestattet es heutzutage nur schwer, den Muskel eines Fisches oder eines Amphibiums mit einem menschlichen direkt zu vergleichen.

Wir müssen uns möglichst indifferenter Bezeichnungen bedienen, wenn dieselben auf die ganz verschiedenen Entwickelungs-Befunde einander homologer Muskeln in der ganzen Wirbelthier-Reihe beziehbar sein sollen. Ist die Durchführung ver-

gleichender Bearbeitung geglückt, so können den Muskeln der höheren Formen noch immer neue Prädikate zuertheilt werden, durch welche dann auch die nähere Uebereinstimmung mit den menschlichen Formen zum Ausdrucke kommen darf. Auch die gebräuchlich gewordene Benennung der Muskeln nach Ursprung und Insertion kann je nach Bedürfniss Anwendung finden, u. s. f.

Die Wahl der Bezeichnung der Muskel-Gruppen und deren Glieder bei den Selachiern, von B. Vetter getroffen, ist eine glückliche zu heissen. Ich schliesse mich denn auch der durch den letzteren angeführten Terminologie an, werde jedoch den einzelnen Gliedern der Facialis-Gruppe noch etwas einfachere Bezeichnungen beilegen und dieselben für alle Abtheilungen durchführen.

Vetter gab dem Constrictor superficialis die Bezeichnung *Cs*, unterschied das Facialis-Gebiet als Cs_2 von den caudalwärts folgenden, serial homologen Abschnitten Cs_{3-8}. Von diesen ist das Gebiet des Glosso-pharyngeus mit Cs_3 bezeichnet, indessen das Vagus-Gebiet die Bezeichnungen Cs_{4-8} führt. Die dorsalen Abschnitte sind von den ventralen Portionen des oberflächlichen Ringmuskels je durch Beifügung der Buchstaben *d* und *v* zu den Grundbezeichnungen direkt unterscheidbar.

Ich werde für die Constrictor-Glieder des Facialis-Gebietes die einfachere Bezeichnung C_2 einführen und eine dorsale und eine ventrale Portion unterscheiden, welche wiederum je in eine zum Kiefer- und in eine zum Zungenbein-Bogen ziehende Schichte eingetheilt werden. Hierzu gesellen sich ausserdem oberflächliche Bündellagen, welche von der dorsalen zur ventralen Körperseite durchlaufen.

Es werden demgemäss die folgenden Abschnitte unterschieden:

$C_2 dv$, dorso-ventral durchlaufende Bündel;

$C_2 md$, dorsale } zum Kiefer-Bogen ziehende, oberflächliche Schichte;
$C_2 mv$, ventrale }

$C_2 hd$, dorsale } am Zungenbein-Bogen festgeheftete, tiefe Portion.
$C_2 hv$, ventrale }

In der Terminologie, sowie in der Bezeichnung der verschiedenen Theile in den Textfiguren werde ich mich so viel, als nur irgend möglich, an C. Gegenbaur (1872) und B. Vetter anschliessen.

Am Schlusse des Textes findet man eine Erklärung für die Figuren-Bezeichnungen zusammengestellt.

Um das hier behandelte, motorische Gebiet des N. facialis aus der Umgebung deutlicher heraustreten zu lassen, ist es allenthalben durch rothen Ueberdruck ausgezeichnet.

Die knorpeligen Skelettheile setzen sich durch einen blauen Ton gegen ihre Umgebung ab.

Die motorischen Nerven sind, im Gegensatze zu den doppelt kontourirten, sensiblen Nerven, durch einfache schwarze Kontourlinien absichtlich hervorgehoben.

Anordnung und Ausdehnung des motorischen Facialis-Gebietes.

Der Facialis-Antheil des Constr. superfic. besteht bei *Heptanchus* aus quer ange-

ordneten Bündeln, welche hinten die erste Kiemenspalte beranden und in Anpassung an diese von der dorsalen Körperseite bis gegen die ventrale Medianlinie sich in ununterbrochener Weise erstrecken. Der Zusammenhang der dorso-ventralwärts ziehenden Theile besteht rostralwärts bis zum Kiefer-Gelenke, während die weiter vorn folgenden, dorsalen Bündel bis zum hinteren Rande des Spritzloches ausgedehnt sind. Die ventralen Bündel erscheinen vor dem Gelenke in intermandibularer Anordnung.

Die stark winkelige Stellung des dorsalen Kiefer-Bogenstückes zum ventralen Stücke, sowie die Ausdehnung des Gelenkstückes in aboraler Richtung dürfen als Ursachen der Abtrennung der queren Constrictor-Bündel in eine dorsale und ventrale, vordere Partie betrachtet werden. Hiermit steht wohl auch die Verschiebung des Spritzloches in seine ihm dorsal angewiesene Lage im Zusammenhange.

Die Ausbreitung des Kiefer-Bogens nach hinten hatte die Ueberlagerung des Zungen-Beinbogens durch den ersteren im Gefolge, ebenso die Anlehnung des Hyoid-Bogens an die Innenfläche des ersteren. Die starke Entfaltung des Kiefer-Bogens zog die Reduktion des Dorsalstückes des Hyoid-Bogens nach sich. Die Anheftung der Facialis-Muskulatur an das Ober- und Unterkieferstück kann nur durch die Umwandlungen ins Leben gerufen sein, welche zwischen Kiefer- und Zungenbein-Bogen Platz gegriffen haben.

Die weiten Kiemenspalten, welche bei *Heptanchus* ventral beinahe die Mediane erreichen, dorsal bis zum oberen Drittel der Körperhöhe reichen (cf. Vetter, S. 407), bilden für andere Selachier den Ausgangspunkt von Umgestaltungen. Die quere Bündelordnung des Constr. sowie deren kontinuirliche Ausdehnung über dorsale und ventrale Körperfläche zwischen Kiemen-Spalte und Kiefer-Gelenke sind in Uebereinstimmung mit der Anordnung der Kiemen-Spalten ebenfalls als primitive Zustände aufzufassen. Die Abspaltungen eines dorsalen und ventralen, vorderen Stückes des Constrictor indessen bedeuten für die Anordnung des ganzen Muskelstreifens Umwandlungen, welche mit den Anordnungen hinterer Constrictor-Abschnitte nicht mehr übereinstimmen. *Heptanchus* hat hierin schon Verhältnisse angenommen, welche dem Facialis-Gebiete eine Sonderstellung anweisen. Diese äussert sich in der Abspaltung einer selbstständigen, dorsalen und ventralen Portion, deren Beziehungen zum Ober- und Unterkiefer bedeutsam geworden sind.

Diese an dem Kiefer-Bogen festgehefteten, vom Facialis innervirten Bündellagen formen eine oberflächlichere Schichte, welche die zum Zungenbein-Bogen ziehenden, tiefer gelagerten Bündel bedecken. Alle an den Hyoid-Bogen festgehefteten Elemente stellen den Rest einer ursprünglich wohl allein vorhandenen Schichte vor, von welcher aus die maxillo-mandibularen Elemente erst ihre Entstehung genommen haben werden.

Das Auftreten des dorsalen und des ventralen, vorderen Muskelstückes bei *Heptanchus* geht gepaart sowohl mit der Anheftung an den Kiefer-Bogen als auch mit der Zweischichtigkeit des motorischen Facialis-Gebietes in den betroffenen Regionen. Diese mit der Ausbildung des Spritzloch-Kanales gleichzeitig erworbenen Einrichtungen lassen neben sich nur noch in der Nähe der ersten Kiemen-Spalte das primitive Ver-

halten eines Constrictor superfic. erkennen, welches die Gesammtanordnung weiterer Constrictor-Abschnitte kennzeichnet.

Heptanchus steht unter den Selachiern bezüglich der Facialis-Muskulatur am tiefsten, und dementsprechend lassen für die anderen untersuchten Formen die hier erkannten Verhältnisse sich leicht in Anwendung bringen. Es handelt sich stets um das Auffinden:

1) einer oralwärts abgesonderten, dorsalen-maxillaren Portion ($C_2\,m\,d$)

2) einer oralwärts abgesonderten, ventralen-mandibularen Lage ($C_2\,m\,v$)

3) einer dorsalen, tiefer gelegenen Zungenbein-Portion ($C_2\,h\,d$)

4) einer ventralen, tiefer gelegenen Zungenbein-Portion ($C_2\,h\,v$)

5) und einer in der vorderen Begrenzung der ersten Kiemen-Spalte befindlichen Bündellage ($C_2\,d\,v$).

Durch die in der Nachbarschaft der ersten Kiemen-Spalte sich ausbreitenden Bündellagen sind die primitiven Befunde der Muskulatur in Spuren allenthalben bewahrt geblieben; sie finden ihren primitiven Ausdruck in der bewahrten Einheit der dorso-ventralen Constrictor-Partieen.

Was bei *Heptanchus* bereits Fremdartiges an dem vom Facialis versorgten, serial homologen Constrictortheile gefunden wird, ist für alle Haie Gemeingut geworden. Und diese Eigenheiten werden auch bei höheren Wirbelthieren nirgends vermisst. Es handelt sich hier also um grundlegende Einrichtungen.

Es gehört zu Vetter's Verdiensten um die Erkenntniss der Visceral-Muskulatur der Haie, dass er die Zugehörigkeit der oberflächlichen Kieferbogen-Schichte, zum Facialis-Gebiet hervorgehoben, später allerdings sehr modificirt hat. Vetter's diesbezügliche allgemeine Anschauungen sind, wie ich meine, auch heute noch maassgebend, wie z. B. des Forschers folgende Formulirungen:

„Unverändert aber musste sich die Innervirung der einzelnen Abtheilungen des Systems durch die jeweils den betreffenden Visceralbogen zukommenden Nerven erhalten, und sie allein kann den Maassstab abgeben für die Beurtheilung der Zugehörigkeit einer Muskelportion zu diesem oder jenem Visceralbogen: was in das Gebiet des dritten Astes des Trigeminus fällt, gehört den Kieferbogen, was vom Facialis versorgt wird, dem Zungenbeinbogen u. s. w. Darum musste denn auch der ganz hinter dem Spritzloch liegende und zum Oberkiefer gehende Abschnitt ebenso wie der zwischen den Unterkieferhälften ausgespannte Theil des Constrictors dort dem Zungenbeinbogen zuerkannt und demzufolge mit Cs_2 bezeichnet werden" (1874, S. 413).

Das einfachere, primitive Verhalten im Facialis-Gebiete der Selachier liegt nicht allein in der Nachbarschaft der ersten Kiemenspalte, sondern auch in der tiefen, ventralen und dorsalen Zungenbein-Bogen-Portion. Die progressiven Einrichtungen treten an den oberflächlichen Lagen zu Tage, welche den Kiefer-Bogen aufsuchen.

Da die allgemeine Anordnung der Facialis-Muskulatur bei allen Haien in der angegebenen Weise angetroffen wird, so kann es der Deutlichkeit keinen Abbruch thun, wenn die verschiedenen Befunde in der Art vorgeführt werden, dass die Anknüpfung je an die differenteren Befunde, also nach oben hin, vorgenommen wird.

1) Der primitive Zusammenhang der ventro-dorsalen Schichte zwischen erster Kiemen-Spalte und Kiefer-Gelenke (Schichte $C_2\ v\ d$).

Der Zusammenhang des dorsalen Abschnittes mit dem Ventraltheile des Facialis-Gebietes ist bei *Heptanchus* durch das breite Muskelband hergestellt, welches hinten an die erste Kiemen-Spalte grenzt und nach vorn bis an das Kiefer-Gelenk sich ausdehnt, wo der Anschluss in oraler Richtung an die abgesprengte, dorsale und ventrale Portion erfolgt. Das Muskelband zieht von der oberflächlichen, dorsalen Fascie zur ventralen Aponeurose, welche vom Schultergürtel medianwärts bis zur Symphyse der Mandibula sich ausdehnt (vgl. Vetter, S. 409, Figg. 1 u. 5). Da die schwachen Kiemenstrahlen des Zungenbeines bei *Heptanchus* mehr in der Tiefe liegen, so hängen die mittleren Theile von $C_2\ d$ und $C_2\ v$ nur mit den äusseren Enden leicht zusammen, und eine mit der Kiefermuskel-Aponeurose zusammenhängende, sehnige Fläche schiebt sich am Kiefer-Gelenke statt des Kiemen-Strahles zwischen den dorsalen und ventralen Abschnitt der Platte $C_2\ vd$ ein (Vetter, p. 410).

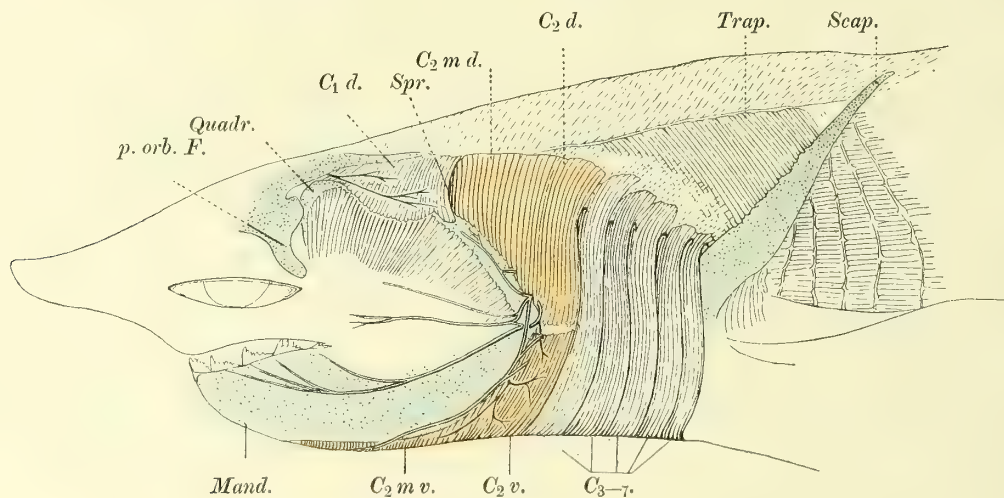


Fig. 1.

Seitliche Ansicht des Kopfes von *Hexanchus*. 2/3. Die Erklärung der Buchstaben-Bezeichnung ist am Ende des Textes zu finden. Die knorpeligen Skelettheile sind blau, die vom Facialis innervirten Muskeln sind roth gehalten. Die motorischen Nerven sind einfach, die sensiblen Nerven sind doppelt kontourirt.

Das Verhalten bei *Hexanchus* (vgl. Fig. 1) entspricht demjenigen bei *Hept.* im Wesentlichen. Der zwischen Kiemen-Spalte und Kiefer-Gelenke befindliche, quer gestellte Muskelstreif schliesst sich aboral an die erste Kiemen-Spalte an und geht rostralwärts in den dorsalen und ventralen, abgesprengten Abschnitt über. Die der Spalte parallel gerichteten Bündel werden durch eine schmale, horizontal gestellte Sehne, welche vom Kiefer-Bogen bis zum aboralen Rande des interbranchialen Septum zieht, in eine dorsale und eine ventrale Schichte so vollständig abgeschieden, dass ein eigentlich muskulöser Uebergang der einen in die andere vermisst wird. Der Verlauf der Fleischfasern in der Gegend der Zwischensehne gestattet aber den Schluss auf

den einstmaligen organischen Zusammenhang derselben, zumal auch die Sehnenbündel in den Verlauf der dorso-ventralen Bündel eingelassen sind. Diese Zwischensehne stimmt mit der von B. VETTER bei *Heptanchus* wahrgenommenen überein.

Dorsal gehen die Bündel von der oberflächlichen, dorsalen Fascie aus, welche den M. trapezius überlagert (Fig. 1). Die von der horizontalen Zwischensehne ventralwärts ziehenden Bündel biegen medial von der ersten Kiemen-Spalte aboralwärts aus; sie sind an der ventralen Aponeurose befestigt. Die hintere Anheftung erfolgt etwa in der transversalen Ebene, in welche die zweite Kiemen-Spalte fällt (Fig. 2). Hintere Bündel von C_2vd decken vordere Theile des dem Glosso-pharyngeus zugehörigen Constrictor-Abschnittes C_3.

Die dorsale Anheftung, welche bei *Hexanchus* an der Trapezius-Fascie erfolgt, geschieht bei *Heptanchus* weiter dorsalwärts. Die ventralen Bündel, welche bei *Hept.* in der Nähe der Kiemen-Spalte endigen (VETTER, Fig. 5), begeben sich bei *Hex.* in sekundär verschobener Weise mehr als 1 cm medianwärts über diese Spalte hinaus, wobei sie in nähere Beziehung zu dem in aboraler Richtung nächst folgenden Segment des Constrictor superfic. (C_3) gelangen.

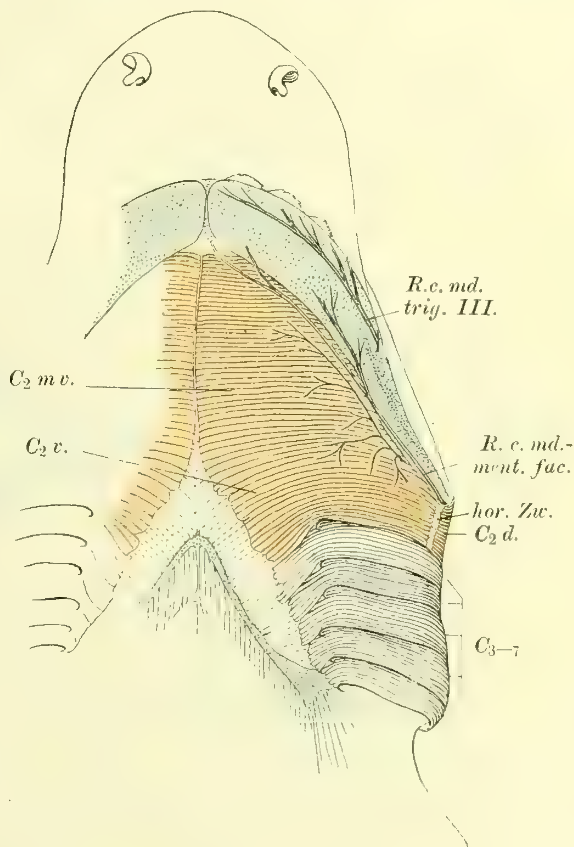


Fig. 2.
Ventrale Ansicht des Kopfes von *Hexanchus*. $^2/_3$. Die knorp. Skelettheile sind blau, die vom Facialis innervirten Muskeln sind roth gehalten.

Bei *Acanthias vulgaris* liegen grosse Umgestaltungen im Vergleiche mit den Zuständen bei den Notidaniden vor. Sie stehen im Zusammenhange mit den Umbildungen der weiten Kiemen-Spalten bei letzteren zu spitz-ovalen Löchern, durch welche die Kiemen-Taschen nach aussen münden (VETTER, S. 413). An den Verschmelzungsstellen der freien Ränder der Kiemen-Scheidewände finden sich Sehnen vor, welche den Constrictor superficialis von den dorsalen und ventralen Ecken der Kiemen-Spalten aus durchsetzen. Diesen sehnigen Inskriptionen liegen die äusseren Kiemen-Bogen zu Grunde. Das dorsale Glied des Zungenbein-Bogens trägt als Hyo-Mandibulare den vom Schädel losgelösten Kiefer-Bogen.

Die Fläche zwischen Hyo-Mandibulare und erster Kiemen-Spalte hat von vorn nach hinten, also in horizontaler Ausdehnung, sehr beträchtlich zugenommen (Fig. 3); sie ist dementsprechend von einer sehr ansehnlichen Muskelschichte bedeckt, welche rostralwärts des Zusammenhanges mit den dorsal und ventral angeschlossenen Portionen nicht entbehrt. Die Bündel dehnen sich parallel der Kiemen-Taschen-Oeffnung zwischen

den Sehnen aus, welche von den Ecken der Oeffnung dorsal- und ventralwärts sich erstrecken. In der Breite eines cm handelt es sich um dorso-ventral durchlaufende Bündel, während eine kräftige horizontale Sehne, welche an das Hyo-Mandibulare, an den Kiefer-Bogen sowie an die Radien des ersteren durch enge Auflagerung geknüpft ist, die Scheidung weiter oralwärts einleitet. Zu dieser Sehne ziehen von der dorsalen Zwischensehne, sowie von der oberflächlichen Dorsalfascie bogenförmig angeordnete Bündel, mit nach vorn gestellter Konvexität herab, um, durch die Sehne unterbrochen, den gebogenen Verlauf in gleichem Sinne zur ventralen Zwischensehne, des Constr. superf. sowie zur ventralen Aponeurose, welche vom Schultergürtel ausgeht, fortzusetzen (Fig. 4). Das von Vetter untersuchte Exemplar unterscheidet sich nicht unwesentlich vom Zustande auf der Fig. 4 dadurch, dass die ventralen Bündel nicht allein die Medianebene erreichen, sondern auch weit gegen den Schultergürtel ausgedehnt sind (Vetter, Fig. 6).

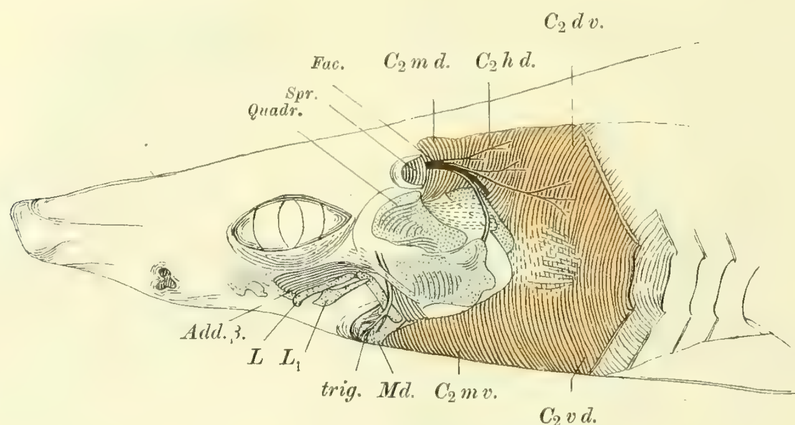


Fig. 3.

Seitliche Ansicht des Kopfes von *Spinax acanthias.* $^2/_3$. Das motorische Facialis-Gebiet ist roth, die knorpeligen Skelettheile sind blau gehalten. Die Erklärungen für die Buchstaben-Bezeichnung findet sich am Ende des Textes.

Es handelt sich bei *Acanthias* im Vergleiche mit *Hept.* und *Hexanchus* um eine Umordnung des Faserverlaufes, welche sowohl an die Verkleinerung der Visceral-Spalten zu Kiemen-Taschen, als auch an die Ausbildung der Zwischensehnen im Constrictor superficialis geknüpft ist.

Scymnus lichia stimmt nach Vetter's Angaben im Allgemeinen mit *Acanthias* überein. Die primitive, zwischen Kiemen-Spalte und Kiefer-Winkel ausgebreitete Muskelschichte $C_2 v d$ zieht in der Nähe der Kiemen-Taschen-Oeffnung von der dorsalen zur ventralen Körperwandung. Die rostralwärts sich anschliessenden Elemente finden sich durch eine kräftige, am Hyo-Mandibulare befestigte Sehnenplatte wie bei *Acanthias* in dorsale und ventrale Stücke getrennt. Die aponeurotische Platte liegt bei *Scymnus* den verschmolzenen Zungenbein-Radien dicht auf. Auch hier dehnen sich die Bündel bogenförmig zwischen den ventralen und dorsalen Zwischensehnen des Constrictor, sowie zwischen den oberflächlich gelagerten dorsalen und ventralen, äusseren Kiemen-Bogen aus. Die aboralen Fasern der ventralen Portion ($C_2 v$) reichen bis zur Gegend

des Korakoidtheiles des Schulter-Gürtels (Vetter, S. 424). *Scymnus* stimmt in diesem Punkte mit dem von Vetter untersuchten Exemplare von *Acanthias* (o. c. Fig. 6) überein, hat aber vom Verhalten bei *Heptanchus*, *Hexanchus* sowie bei *Acanthias* des auf Fig. 3 abgebildeten Exemplares sich in sehr beachtenswerther Weise entfernt.

Die primitive Muskelanordnung von *Heptanchus* und *Hexanchus* hat also einer neuen Platz gemacht.

Mustelus laevis (Figg. 5 und 6) weist in noch höherem Grade die besagte, differente Bündel-Anordnung auf und leitet ausserdem neue Zustände ein. Zunächst fällt die enorme Breite der zwischen erster Kiemen-Spalte und Kiefer-Bogen befindlichen, die Radien des Hyoid-Bogens bergenden Fläche auf. Sie beträgt 3,5 cm. Eine dreieckige, aponeurotische Platte, die Basis gegen den Kiefer-Bogen und die Spitze rückwärts gegen die erste Kiemen-Spalte gerichtet, scheidet die Muskellage C_2vd in grosser Ausdehnung in ein dorsales und ein ventrales Stück, welche je den Zusammenhang mit den vorn angeschlossenen Dorso-ventral-Stücken übernehmen (C_2md, C_2mv). Es bleibt nur eine etwa einen Centimeter breite Zone übrig, welche von dorso-ventral durchlaufenden Bündeln erfüllt und so an die erste Kiemen-Spalte eng angeschlossen ist. Dorsal wird die Anheftung am transversalen Septum zwischen C_2d und C_3d, an der Dorsalfascie und am äusseren ersten Kiemen-Bogen, welcher in den Muskelfasern eingeschlossen liegt, wahrgenommen. Dorsal von seinem frei liegenden Theile ziehen die Bündel zur oberflächlichen Dorsalfascie und sind hier dem aboral sich anschliessenden Gliede des Constr. superf. (C_3d) durch parallelen Verlauf so innig angeschlossen, dass nach dem hierdurch bedingten Wegfalle einer Inscriptio tendinea die Abgrenzung des Facialis-Gebietes wohl erschwert, aber doch nicht unmöglich wird. Es laufen nämlich die vor der ersten Kiemen-Spalte gelagerten Muskelfasern direkt bis zur dorsalen Fascie. Im Ventralgebiete bestehen grössere Umformungen. Hier werden schärfere Grenzmarken, etwa durch Zwischensehnen oder äussere Kiemen-Bögen angegeben, völlig vermisst. Facialis-Gebiet bildet mit Glosso-pharyngeus- und

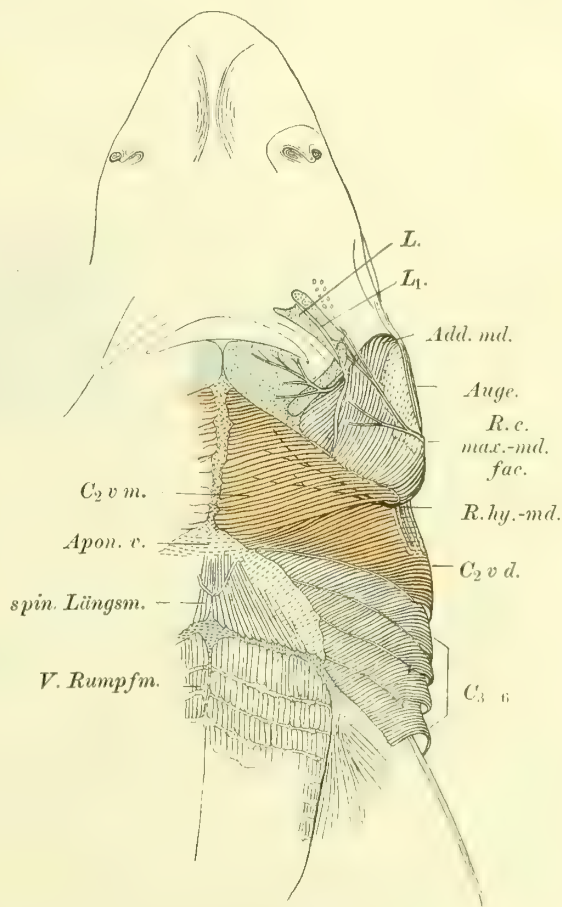


Fig. 4.

Ventrale Ansicht des Kopfes von *Spinax acanthias*. 2/3. Das Knorpel-Skelet ist blau, die Facialis-Muskulatur roth gehalten. Erklärung der Bezeichnungen siehe am Schlusse des Textes.

Vagus-Gebieten eine gemeinsame, ventrale Muskelplatte, welche die ganze Fläche zwischen Kiefer Bogen und Korakoidstücken des Schulter-Gürtels einnimmt. Sämmtliche Muskelbündel verlaufen parallel. Die dicht vor der ersten Kiemen-Spalte liegenden und von hier aus median- und ventralwärts ziehenden Bündel dürfen wohl als die aborale Grenze für das Facialis-Gebiet angesehen werden. Diese Kiemenspalten-Bündel befestigen sich bei *Mustelus laevis* in grösserer Ausdehnung an dem Schulter-Gürtel. Mithin ist hier ein Entwickelungsstadium ausgeprägt, in welchem die Facialis-Muskulatur die breite Fläche zwischen Kiefer-Bogen und Schulter-Gürtel ganz erfüllt. Hierin kennzeichnet sich der differenteste Zustand, welcher bei den Haien bekannt geworden ist.

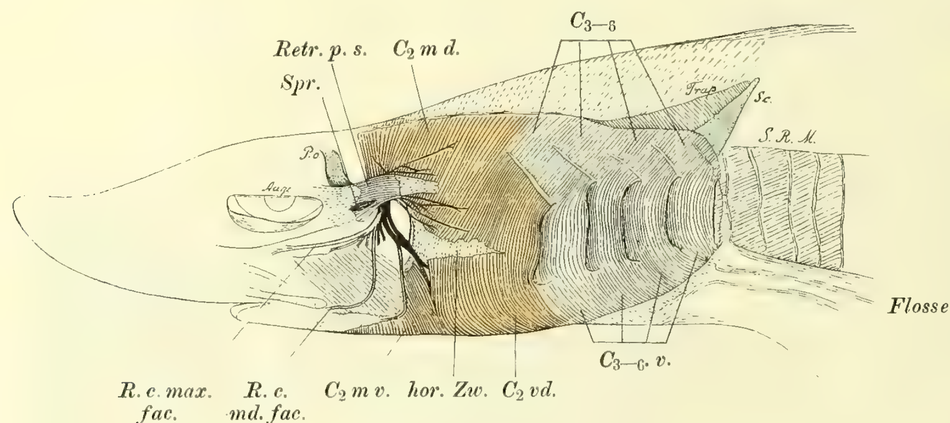


Fig. 5.

Seitliche Ansicht der Kopf-Region von *Mustelus laevis*. 1/2. Der oberflächliche Constrictor kommt in seiner ganzen Ausdehnung vom Spritzloche bis zum Schultergürtel zur Darstellung. Der N. facialis breitet sich mit Haut- und Muskelästen ventral vom Spritzloche aus. Er kommt am ventralen Rande des Retractor palpebrae superioris zur Oberfläche. Die Seiten-Rumpf-Muskulatur tritt caudalwärts von der Scapula zu Tage.

Gäbe die erste Kiemen-Spalte an der Seitenfläche des Körpers nicht die natürliche Grenze der Hirnnerven-Distrikte an, so verlören wir hier ein wichtiges Kriterium für das Abgrenzen der serial homologen Abschnitte der oberflächlichen Ringmuskulatur.

Die primitiven, zum Zungenbein-Bogen ziehenden, in die Tiefe verlagerten Bündellagen ($C_2\,h$).

Diese Lagen formen, wo sie gemeinsam mit den am Kiefer-Bogen adhaerenten Muskelplatten auftreten, tiefe Schichten. Sie werden in Beziehung zu den dorsalen und ventralen Gliedstücken des Zungenbein-Bogens angetroffen und repräsentiren demnach eine ventrale und dorsale, tiefe Muskulatur. Diese entbehrt einer Selbstständigkeit allenthalben, da sie sowohl an die Bündel der Schichte $C_2\,vd$ als auch an die Kieferbogen-Portionen ($C_2\,m$) des Facialis-Gebietes angeschlossen ist.

2) Der dorsale Abschnitt $C_2\,h\,d$ wird in Anpassung an die verschiedene Ausbildung des dorsalen Zungenbein-Bogen-Stückes äusserst mannigfaltig angetroffen.

Mit der Ausbildung des Skelettheiles zum Träger des Kiefer-Bogens gestaltet sich der tiefe, dorsale Muskel zu einem ansehnlichen Gebilde um, während er andererseits auf ein geringes Maass der Entwickelung herabgedrückt ist.

Bei *Heptanchus* löst sich nur eine dünne, tiefe Lage von dem hinten am Schädel entstehenden Muskel ab. Dieselbe ist mittelst kurzer Sehne an das obere, rudimentäre Glied des Zungenbein-Bogens festgeheftet (vgl. VETTER, S. 409).

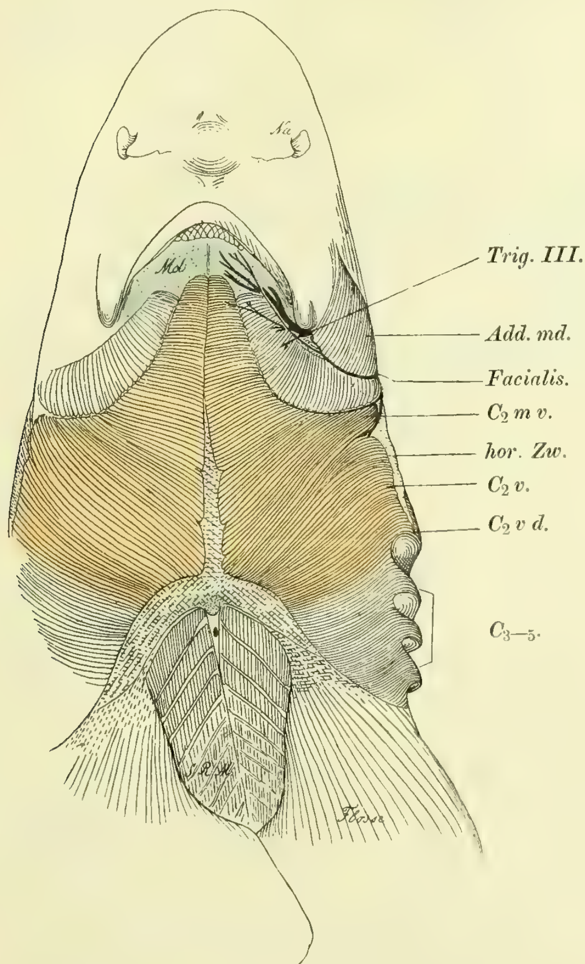


Fig. 6.

Ventrale Ansicht der Kopf-Kiemen-Region von *Mustelus laevis*. 1/2. Der Adductor mandibulae breitet sich oral vom Constrictor superfic. aus, welcher caudalwärts am Schulter-Gürtel befestigt ist. In der Regio mandibul. verzweigen sich sensible Zweige des Trigeminus und des Facialis.

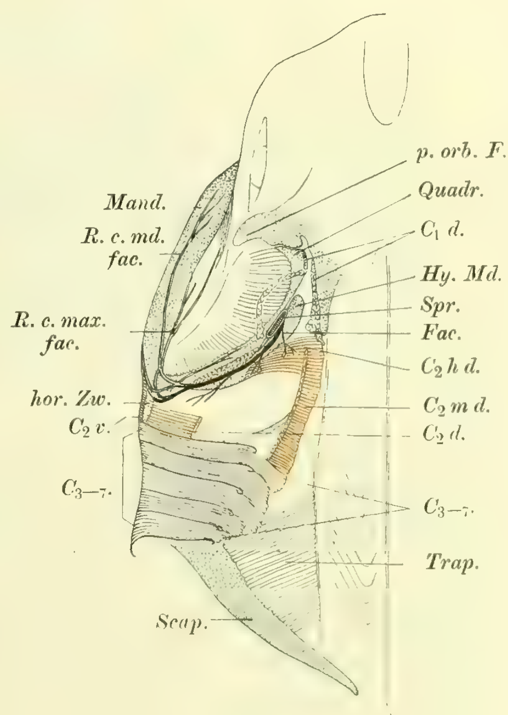


Fig. 7.

Dorsalansicht der Kopfregion von *Hexanchus*. 1/2. Die oberflächlichen Schichten $C_2 dv$ und $C_2 md$ sind z. Th. entfernt, um die Ausbreitung von $C_2 hd$ zur Anschauung zu bringen.

Die dorsale, tiefe Facialis-Muskulatur ist auch bei *Hexanchus* nur gering entwickelt (Fig. 7). Die Bündel erreichen das dorsale Gliedstück des Zungenbein-Bogens hinter dem Spritzloche. Bei einer Ausdehnung von 1,2 cm bleibt diese Schichte etwa 2,2 cm vom Kiefer-Gelenke entfernt. Die vorderen, oralen Elemente helfen das Spritzloch begrenzen, indem sie eine Strecke weit rostralwärts vor die

oberflächliche Schichte sich hinausschieben und dadurch selbst in eine oberflächliche Lage gelangen. Die in die vordere, laterale Wandung des Spritzloches eingeschlossene, dem Ram. III n. trigemini zugehörige Muskelplatte C_1 d bedeckt vordere Partieen des Facialis-Gebietes, wie der Vergleich der Figg. 1 und 7 lehrt. Zwischen Trigeminus- und Facialis-Gebiet ist hinten am Schädel ein abgesprengtes Knorpelstückchen, welches dem Cranium nur lose verbunden ist, eingelassen.

Die Wirkung der tiefen Muskel-Platte kann in einem Heben des dorsalen Gliedstückes des Hyoid-Bogens beruhen, was wiederum nicht ohne Einfluss auf den Spritzloch-Kanal sein kann; denn der Skelettheil befindet sich in enger Nachbarschaft zu dem letzteren und schiebt sich dorsal von ihm in oraler Richtung vor den Kanal.

Die primitiven Dorsal-Abschnitte der Zungenbein-Bogen-Portion sind bei den Notidaniden deutlichst erhalten, aber nur schwach entw ckelt.

Bei *Acanthias vulg.* und *Scymnus lichia* ist die besagte Schichte gut ausgeprägt. Das steht wohl mit der stattlichen Entfaltung des Hyo-Mandibulare im Einklange. Vetter's Angaben über das Verhalten bei *Acanthias* lauten: „Der vorderste . . . Theil von Csd_2 (C_2 hd) befestigt sich, über die nach hinten und aussen gewendete Fläche des Hyo-Mandibulare wegziehend, kurzsehnig an dessen vorderem, lateralen Rande, von dem oberen, hinter dem Spritzloche vorspringenden Winkel an bis zum unteren, hinteren Ende desselben, und am oberen verdickten Ende des Hyoidstückes, hier mit längerem, sehr dünnen, sehnigen Ansatz." (l. c. pag. 415). Die Fig. 3 lässt erkennen, dass die bei *Acanthias* zum Hyo-Mand. sich begebende Schichte fast in ganzer Ausdehnung als eine oberflächliche besteht. Dieselbe schiebt sich zwischen die hinter dem Spritzloche befindliche und zum Quadrattheile des Oberkiefers ausgedehnte Portion C_2 md, sowie zwischen die in oraler Richtung zwischen Zungenbein-Bogen und erster Kiemen-Spalte ausgebreitete Platte C_2 v d ein. Vorn ist der Anschluss an den benachbarten Abschnitt C_2 md ein unmittelbarer; hinten hingegen liegen durch verschiedenartige Verlaufsrichtungen der Bündel beider Nachbar-Abschnitte Andeutungen von Trennung vor. Der Muskel ist hinter dem Spritzloche 0,6, weiter hinten 0,4 cm dick. — Bei *Scymnus* gelangen alle dorsalen Bündel hinter dem Spritzloche, welche nach Vetter an der Occipitalregion des Schädels, von der oberflächlichen Fascie und dem äusseren Kiemen-Bogen entstehen, zum Hyo-Mandibulare und von diesem auf ein Band zwischen ihm und Oberkiefer (cf. Vetter, S. 424). Durch das Fehlen einer zum Oberkiefer ziehenden Dorsalportion C_2 dm fällt der Zungenbein-Bogen-Muskulatur eine oberflächliche Lage zu. Das ist bei *Scymnus* in einer viel mehr ausgesprochenen Weise als bei *Acanthias* der Fall. Der Befund stimmt mit einem für die Selachier vorauszusetzenden Indifferenzzustande überein, und zwar mit einem solchen, in welchem das motorische Facialis-Gebiet auf den Zungenbein-Bogen noch beschränkt gewesen ist. Der Thatbestand bei *Acanthias* und *Scymnus* jedoch darf ohne Weiteres nicht für indifferenter als derjenige bei den Notidaniden erachtet werden. Zutreffender dürfte es sein, die Zustände derartig zu interpretiren, dass die Rückbildung einer oberflächlichen, dorsalen Ober-

kiefer-Schichte $C_2 md$ unter Verminderung des Volumens des Skelettheiles stattgefunden habe. Auf diese Weise hätte die vorauszusetzende, primitive Muskel-Anordnung auf Umwegen wieder in ihr Recht treten können. Der Zustand bei beiden Formen gleicht daher wohl einem primitiven Verhalten; dasselbe entspringt aber weder der Gesammtorganisation noch der Stellung jener Formen im Systeme. Vetter neigt zur Anschauung hin, dass bei *Acanthias* und *Scymnus* primitive Entwickelungsstufen vorliegen, schliesst aber die Möglichkeit nicht aus, dass es sich um Rückbildungen handle (o. c. pag. 437—438).

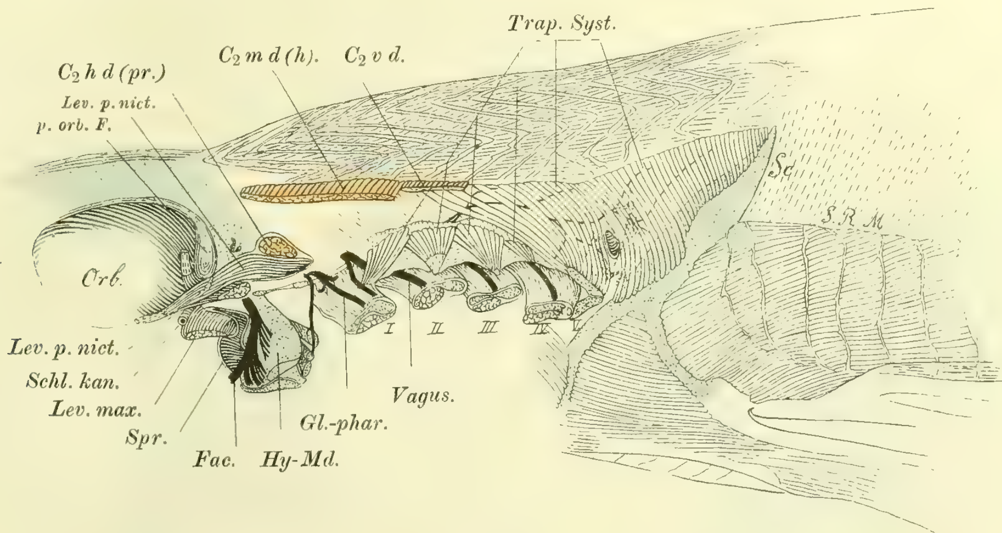


Fig. 8.

Seitliche Ansicht der Kopf-Kiemen-Region von *Mustelus laevis*. 2/3. Der oberflächliche Constrictor ist bis auf die Ursprungsportionen von C_2 entfernt. Der tiefe Ursprung von C_2hd (*pr*) liegt dorsal vom Trigeminus-Gebiet ($C_1 d$). Das zum *I—V* Kiemen-Bogen und zur Scapula ziehende Trapezius-System liegt dorsal von den durchschnittenen Kiemen-Bögen.

Mustelus laevis (Fig. 8). B. Tiesing führt den Muskel C_2hd als Levator hyo-mand. auf und vergleicht ihn mit dem schärfer ausgeprägten Gebilde der Rochen. Uebereinstimmend mit meinen Wahrnehmungen giebt Tiesing als Ursprungsflächen Labyrinth- und Occipital-Gegend des Schädels sowie die dorsale Fascie an. Das Hyo-mandibulare bietet seinen hinteren, oberen Rand zur Insertion dar. Dahinter ist der Uebergang in die ventralwärts ziehenden Fasern der Schicht C_2vd wahrnehmbar. Die Figg. 5 und 8 vergegenwärtigen Lage und Ursprung des Muskels. Der oberflächlichen Ursprungsplatte gesellt sich hier zum ersten Male unter den Selachiern eine ansehnliche, tiefe Portion hinzu, welche unmittelbar dorsalwärts vom Ursprunge des Nickhaut-Muskels sich ausbreitet (Fig. 8 C_2hd (*pr*), Fig. 5). In ganz übereinstimmender Weise mit der Umwandlung von C_1d in drei hoch entwickelte Muskeln, von Tiesing als Lev. palpebrae nictit., Retract. palp. sup und Constr. sup. dors. aufgeführt, bekundet auch der tiefe Ursprung von C_2hd die Specialisirung von *Mustelus* unter den Haien.

Mustelus hat unter den untersuchten Formen in vielen, wichtigen Punkten den höchsten Grad der Ausbildung erlangt.

3) Die tiefe, ventrale Schichte C_2hv tritt bei *Heptanchus* im mittleren Drittel der Länge des Unterkiefers auf; sie entsteht an der medianen Aponeurose und spaltet sich von der oberflächlichen Schichte erst gegen den unteren Rand des Hyoidstückes des Zungenbein-Bogens allmählich ab. Die äussersten, aboralen Fasern gehen wieder in diejenigen der oberflächlicheren Schichte über (vgl. Vetter, S. 410, Figg. 5 und 7).

Heptanchus (Fig. 9). Die tiefe, zum Hyoidstücke ziehende und an dessen

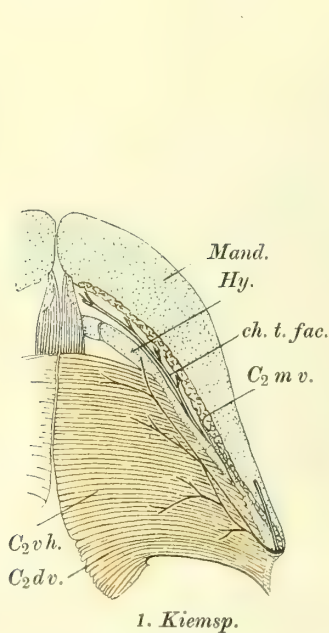


Fig. 9.
Ventrale Ansicht der Kiefer-Zungenbein-Gegend von *Hexanchus*. 2/3. Die oberflächliche Muskellage C_2mv ist bis auf die Anheftung an die Mandibula entfernt. Es breitet sich die tiefe, ventrale Schichte C_2hv mit ihrer Anheftung an's Hyoid aus. Auf ihr verästelt sich der R. hyoid. des Facialis, welcher zwischen Mand. und Hyoid den der Chorda tympani homologen Ast zur Schleimhaut entsendet.

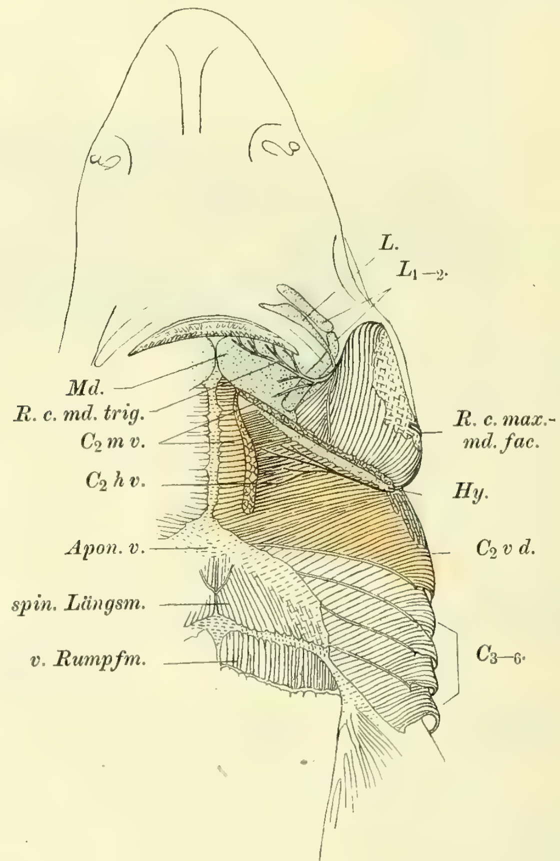


Fig. 10.
Ventrale Ansicht der Kopf-Kiemen-Region von *Acanthias vulg.* 2/3. Die ventrale Kiefer-Bogen-Schichte C_2mv ist nahe der medianen Aponeurose durchschnitten und entfernt. Die Kiefer-Insertion ist angedeutet.

Unterfläche festgeheftete Portion ist stattlich entfaltet und verhältnissmässig selbstständig. Der Ursprung liegt mit der oberflächlichen, mandibularen Portion C_2mv gemeinschaftlich an der ventralen, medianen Aponeurose. Gegen das Hyoidstück zu leitet sich allmählich eine scharfe Trennung von der letzteren ein. Die transversal geordneten Bündel bleiben vorn 1,5 cm vom Unterkiefer entfernt. Die Insertionslinie erstreckt sich 2,5 cm über das Hyoidstück derartig aboral- und lateralwärts, dass sie ca. 2 cm vor dem Kiefer-Gelenk die Innenfläche der Mandibula erreicht, wo das Hyoid der letzteren innigst anlagert. Und von hier aus dehnt sich

die tiefe Schichte in aboraler Richtung bis zum Anschlusse an die einheitliche Portion hin aus, welche zwischen Kiefer-Gelenk und erster Kiemen-Spalte als C_2vd sich befindet (Fig. 9).

Acanthias vulg. (Fig. 10). Das mittlere Drittel der breiten, ventralen Muskelschichte spaltet sich nach B. Vetter wie bei *Hept.* in zwei Lamellen von gleichem Faserverlaufe. Die tiefe, etwa 15 mm breite und dünne Hyoid-Schichte befestigt sich kurzsehnig an einem scharfen Wulst der Aussenfläche des Hyoid-Stückes des Zungenbein-Bogens (O. c. pag. 417).

Das von mir gefundene Verhalten weicht von dem durch Vetter beschriebenen ab. Die tiefe Schichte breitet sich, wie die Fig. 10 zeigt, in parallelem Faserverlaufe mit der oberflächlichen (C_2mv) aus; sie hängt mit dieser auch an der medianen Aponeurose zusammen C_2hv, spaltet sich aber gegen den Zungenbein-Bogen sehr rasch als selbstständige Schichte ab. An das Skelet ist sie in der Ausdehnung von 3 cm befestigt. Die vorderen Insertionsbündel bleiben 1 cm von der Symphyse entfernt. Aboral- und lateralwärts setzt sie sich auf's Unmittelbarste in die Elemente fort, welche als C_2vd zu der auf den Radien des Zungenbein-Bogens ausgebreiteten Sehnenplatte in Beziehung stehen. In der Gegend des Kiefer-Gelenkes schlagen die tiefen, hyoidalen Bündel einen anderen Verlauf als die hinteren Elemente der oberflächlichen Schichte ein (vgl. Fig. 4), wodurch auch die Schichtung schärfer zum Ausdrucke kommt.

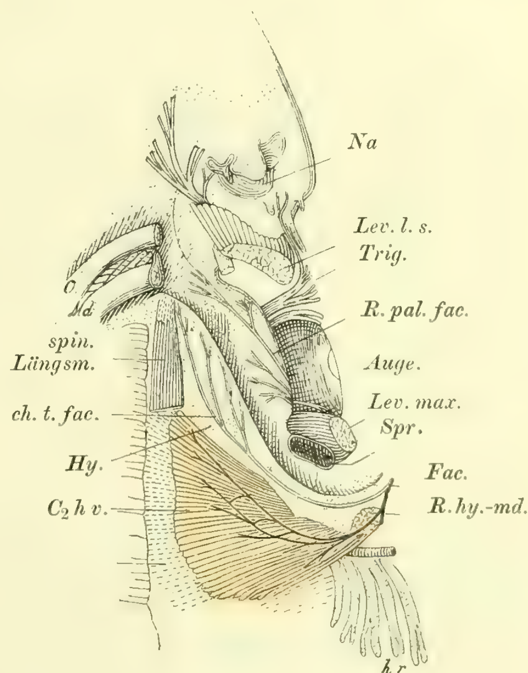


Fig. 11.

Ventrale Ansicht der Kopf-Region von *Mustelus laevis*. 2/3. Der linke Unterkiefer ist entfernt. Das Ventralstück des Hyoid-Bogens mit dem ihm angefügten C_2hv tritt zu Tage. Der zwischen Kiefer-Zungenbein-Bogen zur Schleimhaut ziehende Facialis-Ast (*ch. t*) liegt dem Hyoid auf. Die Levatores maxillae et labii sup. sind durchschnitten. In den eröffneten Spritzloch-Kanal sieht man in dorsaler Richtung hinein.

Mustelus laevis (Fig. 11). Die tiefe, ventrale Constrictor-Schichte ist sehr viel selbstständiger geworden als bei den anderen Haien. Die Figg. 6 und 11 lassen den verschiedenen Faserverlauf beider Muskel-Lamellen (C_2mv, C_2hv) erkennen. Die höhere Stellung, welche *Mustelus* unter den Haien einnimmt, kommt hier wiederum, und vor Allem durch die eingeleitete Divergenz der Bündel-Richtung der ventralen Schichte zum Ausdrucke.

Die Bündel der tiefen Muskelplatte sind an der Ventralfläche des Hyoidstückes befestigt; sie nehmen etwa die hintere Hälfte dieses Skelettheiles in Anspruch. Die aboralen, lateralen Bündel schliessen an die Kiefer-Bündel an. Die oralen, scharf begrenzten Elemente ziehen median- und rostralwärts; die hinteren verlaufen median-

und analwärts. Vordere Bündel sind zur ventralen Aponeurose verfolgbar, hintere verstreichen auf ventralen Radien des Zungenbein-Bogens und auf der Kiemen-Taschenwand vor dem 1. äusseren Kiemen-Bogen. TIESING beobachtete den Ursprung gleichfalls an der Fascie der ventralen Längsmuskulatur und hinter deren Zusammenhang mit $C_2 mv$. Die mediane Ventralaponeurose dient nur zur Befestigung der oberflächlichen, ventralen Muskelplatte $C_2 vm$; aber der unmittelbare Zusammenhang zwischen beiden Lamellen, welcher bei den anderen Formen die genetische Einheit noch vorstellt, ist bei *Mustelus* aufgegeben. Der parallele Bündel-Verlauf besteht selbst schon in der Nähe des Ursprunges nicht mehr.

Bei *Scymnus* zieht nach VETTER's Angaben (l. c. pag. 439) die tiefe, ventrale Lage vom medianen Sehnenstreifen mit konvergirenden Bündeln zur hinteren Hälfte des kräftigen, unteren Zungenbein-Bogenstückes. Die fächerförmige Anordnung der Fasern giebt auch hier ähnlich wie bei *Mustelus* dem Muskel Selbstständigkeit, indem die vordersten Bündel diejenigen der oberflächlichen Lage fast unter rechtem Winkel kreuzen. *Mustelus* und *Scymnus* entfernen sich also gemeinsam bezüglich der selbstständigen Bündel-Anordnung am meisten vom Ausgangspunkte, welcher durch den innigen Verband von $C_2 hv$ und $C_2 mv$ gekennzeichnet ist. TIESING weist dem glatten Haie den Entwickelungsrang zwischen *Hept.* und *Acanthias* an (l. c. pag. 99), wobei er auf das Verhalten des Constrictor-Systemes sich beruft. Ich pflichte dem Vorgeführten gemäss dieser Ansicht nicht bei.

Die oberflächliche, am Kieferbogen inserirte Facialis-Muskulatur $C_2 m$. Sie zerfällt in einen dorsalen und in einen ventralen, dem Ober- und dem Unterkiefer-Stücke verbundenen Abschnitt. Beide sind sowohl im Ursprungsgebiete als auch in der Gelenk-Gegend mit der tiefen Lage meistens im Verbande verblieben. Hinten am Kiefer-Bogen schliessen sich dorsale und ventrale Schichten oft unmittelbar an die dorso-ventral durchlaufende, einheitliche Bündel-Zone $C_2 vd$ an. An mehreren Orten kann also der Zusammenhang mit dem Grundstocke des Facialis-Gebietes erhalten bleiben.

4) Der Dorsaltheil $C_2 md$ ist bei den Haien unbeständiger als die ventrale Muskelplatte; denn diese spielt überall eine bedeutende Rolle, während der dorsale Kieferbogen-Muskel oft nur ein bescheidenes Leben führt. Er grenzt mit vorderen Elementen an die Oeffnung des Spritzloch-Kanales und ist hier der serial-homologen Muskellage aus dem Trigeminus-Gebiete $C_1 d$ benachbart.

Heptanchus. Die kräftige Muskelplatte entspringt hinten am Schädel und in ansehnlicher Ausdehnung von der dorsalen Fascie. In aboraler Richtung erfolgt der Anschluss an die ventralwärts durchlaufende Zone $C_2 vd$. Die Insertion erfolgt an der Innenfläche des Oberkiefers bis zu dessen hinterem Ende. Die Schichte ist am Ursprunge mit der tiefen Lamelle zu einer Einheit verschmolzen.

Die vorderen, an der Umwandung des Spritzloches betheiligten Partieen sind in einer geringen Ausdehnung vom Constrictor-Abschnitte, welcher dem Trigeminus-Gebiete zugehört ($C_1 d$), lateral bedeckt (vergl. VETTER, pag. 408, Fig. 1). Verengerung der ersten Kiemen-Tasche wird bei der Kontraktion beider dorsaler Lagen ($C_2 md$, $C_2 hd$) erfolgen müssen.

Hexanchus. Die in einer Ausdehnung von 3,5 cm an der Dorsalfascie entstehende, oberflächliche Muskelportion C_2md schliesst vorn an den Schädel an. Aber über sie hinaus schiebt sich in oraler Richtung die tiefe Zungenbein-Bogen-Portion C_2hd. Beide umwanden den Spritzloch-Kanal eine kleine Strecke weit (Figg. 1 und 7). Die Insertion erfolgt mittelst einer platten Sehne am hinteren, dorsalen Randtheile des Oberkiefers. Die vorderen Insertionen schliessen an die hinteren Bündel des Trigeminus-Constrictor an (Fig 7 C_1d). Aborale Insertionsfasern lehnen sich an die ungeschichtete Zone C_2vd in der Kiefergelenk-Gegend an (Fig. 1).

Die Muskelplatte lagert frei auf dem äusseren Kiemen-Bogen, welcher dorsal aus der Tiefe hervorkommt und bogenförmig in aboraler Richtung lateral- und ventralwärts verläuft. Er endigt 0,6 cm frei vor der ersten Kiemen-Spalte.

Acanthias vulg. Der dorsale Kieferbogen-Muskel ist in hinteren Regionen rückgebildet. Dies steht in Korrelation zur Ausbildung des Hyo-Mandibulare und zur gleichzeitigen Reduktion des Quadrat-Stückes. Der ovale, an die Wandung des Spritzloch-Kanales angeschlossene Theil ist allein erhalten. Dieser ist aber auch der kräftigste Theil des dorsalen Muskels überhaupt; er ist 0,6 cm dick (vergl. Fig. 13). Er inserirt an der oberen, hinteren Ecke des Quadrat-Stückes des Oberkiefers. Dies Verhalten stimmt mit dem durch B. Vetter beschriebenen überein (o. c. pag. 415, Fig. 3). Aus dem Muskelbauche geht die ebenfalls kräftige, aboralwärts im Volum verminderte Portion des Zungenbein-Bogens hervor, um die Stelle einer oberflächlichen Platte zu übernehmen.

Der zur Oberfläche sich hervordrängende N. facialis markirt die vordere Grenze des zusammengehörigen Muskel-Gebietes.

Scymnus lichia. Die am Hinterrande der äusseren, occipitalen Kante des Schädels und von der dorsalen Fascie entspringenden, vorderen und ziemlich starken Bündel der Portion C_2d sind kurzsehnig „auf der Oberfläche einer starken Bandmasse befestigt, welche beinahe 1 cm breit von dem abgerundeten, oberen Rande des Hyo-Mandibulare entspringt und ziemlich zugespitzt an einer direkt nach aussen vom Spritzloche vorspringenden Ecke des hinteren Oberkiefer-Randes sich inserirt“ (Vetter). Ein Theil der Fasern geht in diese Sehne über. Der besagte Muskel ist als Homologon desjenigen zu betrachten, welcher bei *Acanth.* direkt zum Oberkiefer gelangt. Das Verhalten zum N. facialis stützt diese Annahme (Vetter, S. 423).

Mustelus hat, wie es scheint, alle Bestandtheile einer dorsalen Kieferbogen-Portion C_2md verloren. Ich habe wenigstens keine Spur einer solchen wahrnehmen können. Auch bei Tiesing finde ich keine Angaben, welche auf die Anwesenheit einer Schichte C_2md hinweisen. Ich beurtheile diesen Zustand, im Vergleiche mit dem bei den Notidaniden gegebenen, als einen sehr differenten, obgleich er mit der für die Vorfahren der Selachier vorauszusetzenden Anordnung am meisten übereinstimmen dürfte.

Die hierin sich äussernde Specialisation schliesst sich den kurz zuvor angeführten Sonderungszuständen bei *Mustelus* an.

Während die zum kräftigen Quadratstücke des Oberkiefers ziehende Muskelmasse bei den Notidaniden gut ausgebildet ist, ist dieselbe bei *Acanthias* und *Scymnus* unter Volumveränderung des Quadratstückes des Oberkiefers bis auf vordere Partieen reducirt, bei *Mustelus* aber völlig verschwunden. Allenthalben bleiben die Ursprungsfasern der oberflächlichen Schichte C_2md und der tiefen C_2dh im genetischen Verband. Bei den Notidaniden fliessen die Insertionen in der Gegend des Kiefer-Gelenkes theilweise zusammen und verschmelzen hier mit der ungeschichteten, dorso-ventralwärts durchlaufenden Zone C_2vd vor der ersten Kiemen-Spalte. Bei *Acanth.* und *Scymnus* hingegen besteht der Zusammenhang der Insertionsbündel der dorsalen Kiefer-Zungenbein-Bogen-Muskulatur nur noch andeutungsweise; er ist auf vordere Partieen beschränkt. Bei *Scymnus* bleibt der Zusammenhang durch die intermediären Abschnitte, welche an dem zwischen beiden Skelet-Theilen ansgebreiteten Bandapparate angefügt sind, deutlich ausgesprochen. Ein derartiger Anschluss wird auch bei *Acanthias* nicht vermisst (Fig. 3).

5) Die ventrale, oberflächliche Lage des motorischen Endgebietes des Facialis (C_2mv) findet Insertionen längs der ganzen Ventralfläche der Mandibula. Es handelt sich stets um ansehnliche Muskelmassen, welche median von der starken, ventralen Sehnenplatte ausgehen. Ist letztere schmal, so stossen die beiderseitigen Muskelmassen naturgemäss an einander und stellen dann eine scheinbar einheitliche, intermandibulare Muskelplatte dar, deren funktionelle Bedeutung in erster Linie auf die Verengerung der Mundhöhle, deren Boden gehoben wird, gerichtet sein muss. Seiner oberflächlichen Lage entsprechend bedeckt C_2mv die Zungenbein-Portion C_2hv. Mit dieser bleibt der Zusammenhang durch die medianen Ursprungsbündel in der Regel, sowie durch die in der Gegend des Kiefer-Gelenkes gelagerten Elemente hergestellt. C_2mv geht in der Kiefergelenk-Gegend aber auch direkt in die ungeschichtete, dorso-ventralwärts ausgedehnte Zone C_2vd über.

Das genauere Verhalten gestaltet sich für die einzelnen Formen in der folgenden Weise.

Heptanchus. Die beiderseitigen Muskelplatten berühren einander in der ventralen Medianlinie. Gegen die erste Kiemen-Spalte zu schiebt sich zwischen den paarigen Muskel eine Aponeurose ein, welche in aboraler Richtung mehr und mehr sich verbreitert. Die bis zur Kiemen-Spalte ausgedehnten Bündellagen von C_2mv gehen in diese Aponeurose über, ohne dass sie oralwärts über die Ebene hinausreichen, in welche das erste Kiemen-Spalten-Paar fällt. Die ventrale Aponeurose pflanzt sich bis zum Schulter-Gürtel fort und bietet dabei allen hinteren Abschnitten des Constrictor Ursprungsflächen dar.

Die Insertionsfläche von C_2mv fällt mit dem ganzen ventralen Kieferrande zusammen.

Der quere Bündel-Verlauf von C_2mv, dessen Ausdehnung an die natürliche Grenze, durch die Kiemen-Spalte abgesteckt, sich hält, ferner der bestehende Zusammenhang der intermandibularen Schichte der tiefen Muskelschichte C_2hv dürfen zusammen als indifferente Zustände für die Selachier gelten. Diese Indifferenz ist, wenn schon nur in geringem Maasse, beeinträchtigt bei:

Hexanchus (Figg. 2 u. 9). C_2mv bildet durch den Zusammenschluss mit seinem Partner eine intermandibulare Platte. Eine mediane Zwischensehne verräth allerdings noch den paarigen Aufbau der letzteren. Von der Symphyse aus liegt die Einheitlichkeit des Intermandibular-Muskels in einer Ausdehnung von 4 cm in aboraler Richtung vor. Weiterhin schiebt sich zwischen die paarige Schichte eine aboral- und lateralwärts allmählich sich verbreiternde Aponeurose ein. Dieselbe erstreckt sich bis zum Schulter-Gürtel. Sie lässt seitlich die aboralen Bündel von C_2mv sowie die hieran angeschlossene, ungeschichtete, dorso-ventrale Bündelzone C_2vd entstehen. Die Ursprungslinie des Facialis-Gebietes von jener Aponeurose ist jederseits ca. 3 cm lang. Die Bündel halten einen queren Verlauf wie bei *Heptanchus* inne. Weiter hinten finden sie sich in einer leicht bogenförmigen Anordnung, indem sie von der Kiemen-Spalte aus median- und caudalwärts ziehen (Fig. 2). Mit dieser abgeänderten Bündel-Anordnung hängt deren mediane Ausdehnung über die Kiemen-Spalte hinaus innigst zusammen. Die Strecke dieser Ausdehnung beträgt 1,2 cm. In ihr liegt ein tiefer gehender Gegensatz zum Thatbestande bei *Heptanchus*. Die Erscheinung selbst steht mit einer anderen, bedeutsamen Thatsache im engsten Verbande. Die mediale Ecke der ersten Kiemen-Spalte von *Hexanchus* ist nämlich von der ventralen Medianlinie dreimal soweit entfernt, als dies bei *Heptanchus* der Fall ist (VETTER, Fig. 5). Dieser Befund lässt sich auch so interpretiren, dass die Oeffnung der Kiemen-Spalte bei *Hexanchus*, im Vergleiche mit *Heptanchus*, ventral eine Einbusse an medianer Ausdehnung erlitten habe. Ein derartiges Verhalten tritt in der That bei anderen Formen sehr viel deutlicher in die Erscheinung. Der Constrictor-Antheil C_2v erhält bei *Hexanchus* ventrale Nachbarschaft und Verbindung mit C_3v. Da gleiche Verhältnisse die weiter aboral gelegenen Abschnitte des Constr. superf. betreffen, so fügt sich dieser zu einer Muskelplatte zusammen, welche, aus sechs Gliedern mit querer Bündel-Anordnung bestehend, medial von den Kiemen-Spalten bis zum Schulter-Gürtel sich ausdehnt. Die Ursprünge fallen mit der lateralen Kante der ventralen Aponeurose zusammen.

Die Insertionsbündel nehmen auch bei *Hexanchus* die ganze ventrale Randfläche des Unterkiefers ein (Fig. 9). Die Insertionsfläche zieht dem Gelenke zu, wo sie etwas nach aussen von denjenigen mandibularen Fasern erkennbar wird, welche den Anschluss an die tiefe Lage C_2hv vermitteln. An der hinteren Ecke des Kiefer-Gelenkes jedoch schliessen oberflächliche und tiefe Fasern unmittelbar an einander.

Acanthias vulg. (Figg. 3, 4 u. 10). Die beiderseitigen Muskelplatten stossen in der ventralen Medianlinie zusammen; sie sind hier an einen von der Symphyse zum Korakoid ziehenden Sehnenstreif geheftet, welcher, 3 cm von der Symphyse entfernt, in eine ventrale Aponeurose übergeht. Diese ist mit breiter Basis dem Schulter-Gürtel adhärent (Figg. 4, 10). Die nach aussen konvexen Ränder der Aponeurose dienen zum Ursprunge hinterer Abschnitte des Constrictor superfic. Der Ursprung von C_2v geschieht median in einer Ausdehnung von 3 cm. Die einander parallelen Fasern ziehen nach aussen und vorwärts; sie heften sich in einer Ausdehnung von

4 cm an dem hinteren, unteren Rande des Unterkiefers fest. Aborale Grenzbündel setzen sich ziemlich scharf gegen die ungeschichtete Zone C_2vd ab, was durch eine Kreuzung der Bündel beider Lagen zum Ausdruck kommt. Bedeutendere Abweichungen von der Muskel-Anordnung bei *Hexanchus* liegen, soweit dargestellt, nicht vor. Solche treten aber in der aboralen, bis an die erste Kiemen-Spalte sich anschliessenden und ungeschichteten Zone auf. Was bei *Hexanchus* erst in Andeutungen vorhanden ist, tritt hier deutlich in die Erscheinung. Die Oeffnungen der Kiemen-Taschen sind bis auf kleine, seitliche Spalten reducirt. Die serial-homologen Constrictor-Theile treten je in einer, von der ventralen Ecke der Spalte ausgehenden Zwischensehne zusammen. Eine derartige Sehne scheidet C_2v von C_3v in einer ganz regelrechten Weise, wie diese auch zwischen $C_{3-6}v$ je sich äussert. Es besteht jedoch der Unterschied zwischen ihnen, dass C_2v das Uebergewicht in der medialen Ausdehnung über den hinteren Nachbarn hat.

Die Schichte C_2v ist im Ursprunge mit der tiefen Lamelle genetisch verbunden, dehnt sich aber der Symphyse zu über die Zungenbein-Bogen-Portion aus (Fig. 10).

Das von Vetter untersuchte Exemplar unterscheidet sich in einem wichtigen Punkte vom hier besprochenen Dornhaie. Der mediane Sehnenstreif ist nämlich dort zwischen Mandibula und Schulter-Gürtel ausgesponnen und dient in seiner ganzen Ausdehnung für C_2v zum Ursprunge. Die Bündel des Facialis-Gebietes haben sich demzufolge von vorn nach hinten ausgebreitet und das korako-mandibulare Feld vollständig occupirt. Die aboralen, serial homologen Constrictor-Theile sind also durch die Facialis-Muskulatur sehr erheblich beeinträchtigt und zur Seite gedrängt worden. Nur ein unansehnlicher, medialer Muskelstreifen von C_3v hat den Anschluss an die mediane Ursprungssehne noch nicht verloren. Die Faserrichtung von C_2v ist durch diese Zustände aus der queren in eine schräge, von hinten und median nach vorn und aussen gerichtete, umgeändert.

Bei *Scymnus lichia* fand B. Vetter ein etwa gleiches Verhalten wie bei *Acanthias*. Auch hier reichten die hintersten, medianen Ursprungs-Fasern von C_2v bis zum stark oralwärts vorspringenden Korakoidtheil des Schulter-Gürtels.

Mustelus (Fig. 6) reiht sich an *Scymnus* an. C_2mv entspringt an der medianen Ventralsehne. Diese ist in der vorderen Hälfte ein feiner Streif; sie verbreitert sich jedoch in der hinteren Hälfte bis auf 0,5 cm. Ursprungsbündel von C_2mv greifen auf das Korakoid über.

Die Faserrichtung ist vorn eine durchaus transversale; sie ändert sich aboral rasch in eine schräge. Die Zunahme dieser Schrägstellung bringt die hinteren Elemente von C_2v allmählich in eine Winkelstellung von 45 Graden zur Mediane. In diesem Verhalten stimmt *Mustelus* mit *Acanthias* (Vetter's Exemplar) und *Scymnus* überein.

Die Insertion erfolgt an der hinteren Kante der Mandibula bis zum Kiefer-Gelenke hin. Hier liegt der Zusammenhang mit der sehr selbstständigen, tiefen Hyoid-Schichte C_2hv, sowie mit der ungeschichteten Zone C_2vd vor. Von dieser ist

C_2mv durch einen tiefen Ast des N. facialis schärfer abgesetzt, gewissermaassen abgespalten. Die ungeschichtete Zone des Facialis-Gebietes lehnt sich an die mandibulare bis zur ersten Kiemen-Spalte auf das Unmittelbarste an. Aborale, ihr zugehörige Grenzbündel verlaufen vom vorderen Rande der Kiemen-Tasche aus zum Korakoidtheile des Schulter-Gürtels, wo sie, 2 cm von der Mediane entfernt, befestigt sind. Diesen Bündeln schliessen sich die parallelen Fasern von C_3v an. C_4v verhält sich zu C_3v, wie diese Portion zu C_2v. Aehnliche Zustände lassen sich nach hinten hin verfolgen. Und so ist denn die ganze, zwischen Kiefer, der Mediane, Schulter-Gürtel und den Oeffnungen der Kiemen-Taschen befindliche Fläche durch eine mächtige, zusammengesetzte Muskelplatte eingenommen, in welcher keine sichtbaren Grenzen, wie etwa Zwischensehnen, zwischen den einzelnen, serial-homologen Theilen mehr auftreten. Die Grenzen können, abgesehen von der Innervation, nur noch aus der Verlaufsweise der Muskelfasern zu den einzelnen Kiemen-Septen erschlossen werden. Und danach fällt der bei Weitem ansehnlichste Theil jener Fläche dem Gebiete des Nerv. facialis (C_2v) zu.

Der parallele Verlauf der Fasern von je zwei an einander stossenden Constrictor-Theilen, sowie das hiermit im Verbande stehende Fehlen der Zwischensehnen unterscheiden den Muskel von *Mustelus* sehr erheblich von dem bei *Acanthias* und *Scymnus*.

Wenn die Befunde bei *Heptanchus* und *Hexanchus* zum Vergleiche herangezogen werden, so können diejenigen von *Acanthias* und *Mustelus* je für sich von denen der ersteren direkt abgeleitet werden. Ob aber *Acanthias* und *Mustelus* bei der Ausbildung ihrer, hier sich äussernden Eigenartigkeiten von vornherein eigene Wege beschritten haben, lässt sich wohl kaum entscheiden.

Es liegt auch nicht der geringste Grund vor, um an der Ursprünglichkeit der Einrichtungen bei den Notidaniden zu zweifeln. GEGENBAUR hat uns diese Erkenntniss erbracht, und für diese ist VETTER mit grossem Erfolge eingetreten. Die verhältnissmässig grosse Gleichartigkeit, welche die den Kiemen-Spalten benachbarten Constrictoren-Abschnitte bei ihnen zeigen, lässt auch das Facialis-Gebiet auf tieferer Stufe erscheinen. Eine grosse Differenz der Zustände hat sich in letzterem bei *Acanthias* und *Mustelus* eingestellt. Was das einmal erlangte Uebergewicht des motorischen Facialis-Gebietes über die hinteren, morphologisch gleichwerthigen Glieder betrifft, so zeigt *Mustelus* den höchsten Grad des Fortschrittes. Eine hochgradige Differenzirung kam bei dieser Form auch der tiefen Zungenbein-Bogen-Schichte C_2hv zu; sie fand aber ausserdem in manchen anderen Punkten lebhaften Ausdruck.

Das motorische Endgebiet des Nerv. facialis ist bei den in Betracht gezogenen Formen insofern hoch entwickelt, als fünf Territorien auf ihm unterschieden werden können. Diese schliessen an bestimmten Stellen zusammen, um grössere Distrikte zu umfassen. Ein Knotenpunkt für die fünf Muskel-Portionen liegt in der Gegend des Kiefer-Winkels vor. Von hier setzt sich in aboraler Richtung fort:

1. die ungeschichtete, branchiale Zone C_2vd; nach vorn und dorsal dehnt sich aus

2. u. 3. die geschichtete, an das Quadratstück des Kiefers, sowie an das Dorsalstück des Zungenbein-Bogens befestigte Muskelplatte $C_2md + C_2hd$; ventral- und oralwärts erstreckt sich vom Kiefer-Gelenke aus

4. u. 5. die geschichtete, zur Mandibula und zum Hyoid-Stücke des Zungenbein-Bogens ziehende Muskelplatte $C_2mv + C_2hv$.

Die einzelnen Glieder dieses bei den Haien noch zusammenhängenden Facialis-Gebietes können an den aboral folgenden, serial-homologen Abschnitten des Constrictor superfac. (C_{3-6}) verschieden hochgradig entfaltet, wohl auch von ihren Nachbarn abgegliedert sein. Nirgends ist aber der Verband zwischen den Gliedern eines solchen interbranchialen Constrictor-Theiles derartig gestört, dass auch nur der leiseste Zweifel an der Zusammengehörigkeit der reicher gegliederten Muskulatur auftauchen kann. Die Letztere bleibt dem vorderen Abschnitte des Constrictor superf. (Vetter's), wie sie bei den Notidaniden ohne Schwierigkeit auf diese beziehbar ist, immer gleichwerthig. Die ungeschichtete, branchiale Zone eines C_{3-6} ist der mittlere Abschnitt des Constrictor-Theiles. Zwischen den Kiemen-Taschen von *Acanthias*, *Scymnus*, *Mustelus* gewinnt diese mittlere Portion grössere Selbstständigkeit; sie wird von Vetter als M. interbranchialis bezeichnet. Als interbranchialer Muskel in strengem Sinne fehlt dieses Glied naturgemäss dem Facialis-Gebiete; aber das einem interbranchialen Gebilde entsprechende Material ist in der ungeschichteten, branchialen Zone enthalten. Die engste Zusammengehörigkeit der Mm. interbranch. mit dem Constr. superf. ist durch Vetter scharf hervorgehoben worden. „Wir dürfen somit mit Sicherheit annehmen, dass M. constr. sup. und M. interbranch. von *Scymn.* und *Acanth.* Homologa der muskulösen Kiemensepta von *Hept.* sind (o. c. pag. 436).“

Dass eine Scheidung des grossen Constrictors des Zungenbein-Bogens im Constr. sup. und Interbranchialis nicht eingetreten ist, hat nach Vetter seinen Grund in der oberflächlichen Lage des betreffenden Bogens und dessen Kiemen-Radien (o. c. pag. 437).

Die Annahme, dass die zum Kiefer-Bogen ziehenden Muskel-Lamellen von C_2 im Vergleiche zu denjenigen des Zungenbein-Bogens sekundäre Bildungen seien, ist mit gutem Rechte von Vetter vertreten worden. Da nun in der Kiefer-Gelenk-Gegend alle Schichten zusamentreffen, so liegt die Annahme nahe, dass die Ausdehnung der ursprünglichen Zungenbein-Bogen-Muskulatur längs des Ober- und Unterkiefers vom Gelenke aus in rostraler Richtung geschehen, dass der Zusammenhang aller Schichten in der Gelenk-Region erhalten geblieben sei.

Die Ausdehnung der Zungenbein-Bogen-Portion längs der Kiefertheile konnte erst ermöglicht worden sein, nachdem der Zungenbein-Bogen seine typische Anlagerung an die Innenfläche des Kiefer-Bogens, und zwar in dessen Gelenk-Region, sich vollzogen hatte. Bei *Hexanchus* und namentlich bei *Mustelus* ist der Bündel-Anschluss zwischen der oberflächlichen und tiefen Schichte ein äusserst enger, indem

die Insertionen vom Kiefer- auf den Zungenbein-Bogen durch Vermittelung der starken, hyo-mandibularen Ligamente direkt übergreifen. Hier besteht oftmals keinerlei Scheidung mehr.

VETTER dachte sich die Verlegung der Muskulatur auf den Unterkiefer ebenfalls von dem hinteren Ende des Hyoids aus (o. c. pag. 439).

Erleichtert wurde das Uebergreifen hyoidaler Fasern auf den Kiefer-Bogen durch das Auswachsen des Letzteren über den benachbarten, visceralen Skelettheil. Der Hyoid-Bogen ist vom Kiefer-Bogen von aussen her thatsächlich fast überall überlagert.

Der Ausbildung der vom Facialis innervirten Kieferbogen-Muskulatur hat aber nothwendig auch ein wirksamer Faktor vorausgehen müssen, welcher die Spalte zwischen erstem und zweitem Visceralbogen in einen Zustand übergeführt hat, der im Spritzloch-Kanale verwirklicht ist. Die Reduktion der Spalte aber zu jener kleinen, dorsal befindlichen Oeffnung ist hinwiederum mit der hinteren Anlagerung des zweiten Visceralbogens an den Kiefer-Bogen in Einklang zu bringen. Es lässt sich also eine Reihe von Organisations-Verhältnissen anführen, welche in inniger Abhängigkeit zu einander stehen, unter welchen auch die Facialis-Muskulatur sich befindet.

Da die Ausbildung der ersten Visceralspalte zum Spritzloche für die Selachier als eine alte Einrichtung gelten darf, da die Nachbarschaft der beiden anderen Visceralbogen ebenfalls einen integrirenden Bestandtheil der Organisation bei Selachiern ausmacht, so darf daraus gefolgert werden, dass die oberflächliche Kieferbogen-Schichte des Facialis-Gebietes für die Haie in gleicher Weise eine alte Errungenschaft ausmacht. Von ausschlaggebender Wichtigkeit ist in dieser Beziehung deren ganz allgemeine Verbreitung bei den Haien. Dieser bei ihnen tief eingebürgerte Organisationsplan ist auf die Amphibien, Reptilien und Säugethiere übertragen.

Die genannnte, oberflächliche Muskulatur lockt zu entwickelungsgeschichtlichen Forschungen heraus, bei welchen zusammengehörige Einrichtungen gleichzeitig zu berücksichtigen sind.

Im Systeme der oberflächlichen Ringmuskulatur (VETTER's) nimmt das Facialis-Gebiet eine Sonderstellung ein. Die oberflächlichen, auf den Kiefer-Bogen, also in fremdes Territorium übergreifenden Muskellagen sind den Glosso-pharyngeus- und Vagus-Gebieten fremd. Die weit oral- und aboralwärts ausgebreiteten, ventralen Schichten haben der Facialis-Muskulatur bei Selachiern eine Präponderanz über hintere Gebiete zugewiesen.

Bezüglich der Specialisirung steht der zum Zungenbein-Bogen gehörende Theil des Constrictor superfic. dem Kieferbogen-Apparate bedeutend nach. Die Kiefer-Muskulatur hat bereits bei den Selachiern einen sehr bestimmten Charakter empfangen. Die Facialis-Muskulatur hat bei den Haien einen Weg der Sonderung wohl eingeschlagen; aber ihre, für alle höheren Wirbelthiere so überaus charakteristischen Verhältnisse bahnen sich doch erst bei den Amphibien an. Nichts destoweniger leiten

die hier vorgeführten Befunde direkt zu denen der anderen Wirbelthier-Abtheilungen hin.

Der ganze Komplex der Facialis-Muskulatur wirkt mit als Verengerer der Mund- und Kiemen-Höhle und als Schliesser der Kiemen-Löcher. Die vorderen, dorsalen Portionen mögen wohl auch zur Hebung von Zungenbein- und Kiefer-Bogen beitragen (VETTER, pag. 418). Dies muss aber gleichzeitig auf die Verengerung der Mundhöhle hinzielen. Der Boden der Mundhöhle wird durch den intermandibularen Muskel $C_2 mv$ emporgehoben, was ebenfalls ein Verengern der Mundhöhle zur Folge hat.

6. Des Nervus facialis motorische Aeste.

Dieselben erschöpfen sich in der besprochenen Muskulatur. VETTER hat die Innervationsverhältnisse eingehend und zutreffend beschrieben. Wennschon es nicht

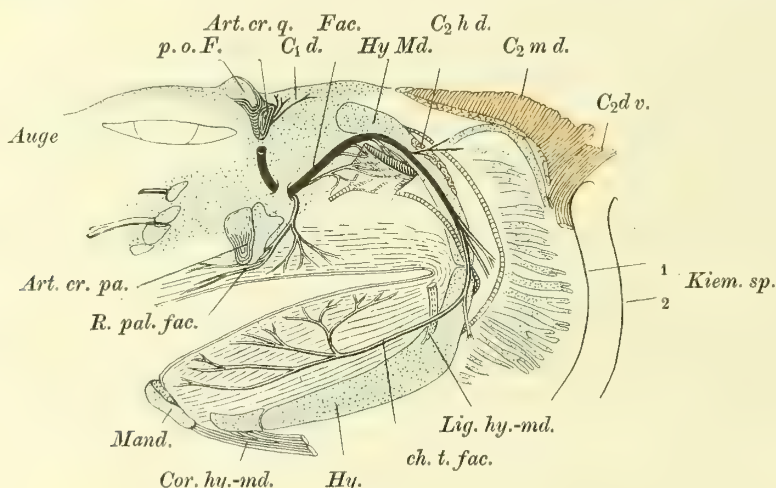


Fig. 12.

Seitliche Ansicht der linken Kopf-Region von *Hexanchus*. $^2/_3$. Die gesammte Muskulatur des Kiefer- und Zungenbein-Bogens ist entfernt; der Kiefer-Bogen ist exartikulirt. Der Zungenbein-Bogen, der Nerv. facialis sind in ganzer Ausdehnung erkennbar. Der Nerv zieht dorsal vom Spritzloche zur Seitenfläche des Zungenbein-Bogens. Die sensiblen Nerven sind doppelt kontourirt.

Wunder nehmen kann, dass alle an den Zungenbein-Bogen festgehefteten Muskeln dem Facialis-Gebiete zufallen, so ist durch den Autor doch andererseits ausdrücklich die Innervation der Kieferbogen-Portion hervorgehoben worden. „Dass die ganze zwischen den Unterkieferästen befindliche Muskelmasse dem Zungenbein-Bogen zugerechnet werden muss, geht aus der Innervirung hervor“. Dafür, dass die ursprünglich vom dritten Aste des Trigeminus innervirte Portion des Kiefer-Bogens zwischen den Unterkieferästen so vollständig verschwand, hatte VETTER keine Erklärung gefunden.

Trotzdem auch meine Aufmerksamkeit der Innervation der gesammten Muskulatur sich zugewendet hat, ist es mir nicht gelungen, andere Aeste als solche vom Facialis zur intermandibularen Muskulatur verfolgen zu können.

Der Nervenstamm, motorische und sensible Elemente enthaltend, gelangt nach Abgabe des R. anterior (palat.), welcher seit GEGENBAUR dem R. pharyng. des

Glosso-phar. oder einem der Rr. branchiales des Vagus völlig gleichwerthig betrachtet wird (1871, S. 524), bei allen Formen zur hinteren Wandfläche des Spritzloch-Kanales. Der Nerv verbreitet sich am Zungenbein und am oberen Theile des Palato-Quadratum, „der von seiner ursprünglichen Bedeutung als Kiemen-Bogen nur den unansehnlichen, anatomisch und funktionell modificirten Rest einer Kieme an der Spritzloch-Rinne behalten hat" (GEGENBAUR 1871, S. 542). Der Facialis-Stamm dringt darauf zwischen Spritzloch und $C_2 d$ in oberflächliche Schichten vor. VETTER bildet den Stamm bei *Acanthias* in einer solchen Lagerung ab (o. c. Fig. 3) und beschreibt dieselbe (pag. 417).

Die Lagerung des Facialis-Stammes dicht hinter dem Spritzloche ist eine durchgehende Erscheinung. Sie trifft für *Heptanchus* zu. Auf der Fig. 7 erkennt man sie bei *Hexanchus*. Der Nerv ist auf der nebenstehenden Fig. 12 in seinem ganzen Verlaufe und Endgebiete zu übersehen. Die bei den Notidaniden regelmässig bestehende, gelenkige Verbindung des Zungenbein-Bogens mit dem Cranium erklärt das selbstständige Austreten des N. facialis aus dem Schädel, welches Verhältniss auch dem Glosso-phar. noch zukommt. Der Facialis hält einen mehr indifferenten Verlauf inne und giebt für die Schädelkapsel den Indifferenzpunkt der Wachsthumszone an, indem die hinter ihm liegenden Nerven caudalwärts, die vor ihm liegenden aber rostralwärts gerichtet sind (vgl. GEGENBAUR 1871, S. 536, 547). Bei *Acanthias* ist die Lage des Nerven zwischen Spritzloch und $C_2 d$ aus Fig. 3 und aus der nebenstehenden Fig. 13 ersichtlich. Die Figg. 5 und 8 veranschaulichen das Verhalten bei *Mustelus*.

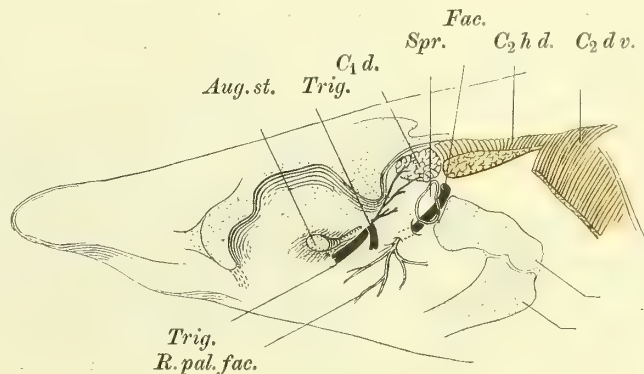


Fig. 13.

Seitliche Ansicht des Kopfes von *Acanthias*, nach Entfernung von Auge, der gesammten Kiefer- und Zungenbeinbogen-Muskulatur. $^2/_3$. Man erkennt den Facialis nach dem Austritte aus dem Cranium, dessen Lage hinter dem Spritzloche. Der Ram. palatinus verlässt den Schädel selbstständig. $C_1 d$ ist im Ursprunge dargestellt. Zu ihm begiebt sich ein Ast des Trigeminus.

Der Nervenstamm verläuft, nachdem er vom Spritzloche sich abgewendet hat, längs des Aussenrandes des dorsalen Stückes des Zungenbein-Bogens. Er befindet sich hier zwischen den Insertionen der oberflächlichen und tiefen, dorsalen Schichten $C_2 md$ und $C_2 hd$; er liegt demgemäss auch zwischen Zungenbein- und Kiefer-Bogen. Er ist also bedeckt von $C_2 md$. Der Stamm gelangt unter Beibehalten dieser Lagebeziehung hinter das Kiefer-Gelenk, wo die Auflösung in seine Endäste erfolgt. VETTER's Mittheilungen über *Hept.* decken sich mit diesen Angaben. Die Figg. 7 und 12 zeigen den Nervenstamm zwischen Spritzloch und Zungenbein-Bogen, zwischen diesem und dem Kiefer-Bogen, ausserdem nach innen von der Insertion der oberflächlichen Schichte $C_2 md$ und nach aussen von der Insertion der tiefen Muskelplatte $C_2 hd$. Bei *Acanthias* (Fig. 3) und bei *Mustelus* (Fig. 5) liegt ein Abweichen

von jenem Verhalten vor, insofern der Nervenstamm sofort nach dem Verlassen des Spritzloches einen oberflächlichen Verlauf einschlägt und auf diese Weise seiner dorsalen Aeste sich entledigt. Der Nerv lagert bei *Acanthias* sogar oberflächlich von der zum Kiefer-Bogen ziehenden Portion C_2md, deren Ausdehnung, wie oben angeführt worden ist, als eine beschränkte sich zeigt. Dieser Umstand ist jedenfalls theilweise maassgebend dafür, dass der Nerv nach aussen vom Zungenbein-Bogen und von dessen Muskulatur eine subkutane Lagerung erworben hat. Dieser Zustand nähert sich einer primitiven Anordnung, ohne als eine solche ohne Umschweif bezeichnet werden zu können, da eine Reduktion der oberflächlichen Platte C_2md stattgefunden haben kann.

Auf der Verlaufsstrecke bis zum Kiefer-Gelenk entsendet der Facialis hinter dem Spritzloche einen oberflächlichen Ast zu C_2md. Dieser dorsale Muskelast ist bei *Heptanchus* durch VETTER dargestellt worden (l. c. Fig. 3). Bei *Hexanchus* (Figg. 7 und 12) werden Aeste zu beiden dorsalen Schichten C_2md und C_2hd abgegeben. Dessgleichen spalten sich hier dorsale Aeste zur ungeschichteten, branchialen Zone C_2dv ab (Fig. 7). Bei *Acanthias* und *Mustelus* (Fig. 3 und Fig. 5) lösen sich mehrere, stärkere Aeste vom Stamme los, welche, aboralwärts gewendet, in der ganzen dorsalen Muskelschichte C_2d sich auflösen. Bei *Acanthias* sind drei Aeste wahrgenommen, welche vom Stamme aus in caudaler Richtung divergiren. *Mustelus* lässt mehrere, derartige Muskeläste unterscheiden. Dieselben bilden, vielfach zur engeren Verbindung zusammentretend und sich wieder auflösend, ein Geflechte hinter dem Spritzloche. Die Nerven sind an dieser Stelle von einem, die Oeffnung des Spritzloch-Kanales dorsal und ventral umfassenden, sehr differenten Muskel theilweise bedeckt. Diese sekundäre Lagebeziehung, welche der Muskel zum Facialis erlangte, dürfte als Ursache für die Entstehung des Nerven-Geflechtes anzusehen sein. Die Koincidenz der abgeänderten Nerven-Anordnung und der Ausbildung der Spritzloch-Muskulatur legt diese Annahme nahe. Ein stärkerer Ast bildet mit dem Stamme selbst eine grössere Schlinge. Der differente Spritzloch-Muskel umschliesst die Oeffnung des Kanales und vermag diese zu schliessen; er begiebt sich aber ausserdem zu der Nickhaut und zum oberen Augenlide, für welche er ein Levator palpebrae nictitantis und ein Retractor palp. superioris ist. TIESING hat diese Verhältnisse jüngst beschrieben. Die Muskeln sind Abkömmlinge von C_1d.

Die Verästelung an der ventralen Muskulatur geschieht in übereinstimmender Weise derartig, dass der Endstamm mit seinen motorischen Fasern am Gelenke in die Tiefe zwischen die oberflächliche und tiefe Schichte von C_2v sich einsenkt und, dem Zungenbein-Bogen parallel nach vorn verlaufend, beiden letzteren Muskeln Zweige entsendet. VETTER schildert das Verhalten derartig von *Heptanchus*, *Acanthias* und *Scymnus*.

Das genauere Verhalten von *Heptanchus* ist bisher unbekannt geblieben; dasjenige von *Hexanchus* ist aus den Figg. 1, 2, 9, 12 zu entnehmen. Dicht über dem Kiefer-Gelenke dringen die Stammäste zur Oberfläche. Als sensible Stränge ziehen sie nach vorn und abwärts (Fig. 1). Ein starker Ast senkt sich hinter dem Gelenke,

in der Nähe der horizontalen Zwischensehne, welche die ungeschichtete, branchiale Muskelzone C_2vd durchsetzt, in die Tiefe. Er verläuft zwischen C_2mv und C_2hv, dem Zungenbein-Bogen parallel nach vorn und medianwärts, wobei er sich in jenen Muskel-Schichten auflöst. Der Nerv formt anfangs eine lange Schlinge (Fig. 9). Ausser diesem tiefen Aste breiten sich zwei Nerven auf der Aussenfläche von C_2mv aus. Ein kleiner Ast zieht unterhalb der horizontalen Zwischensehne zum Muskel (Fig. 1); ein anderer kommt 1,3 cm vor dem Gelenke zum Vorscheine und löst sich, während er vor- und medianwärts verläuft, allmählich auf (Fig. 2). Vom tiefen Ast spaltet sich frühzeitig der einer Chorda tympani entsprechende Schleimhaut-Ast (*ch. t.*) ab; er kreuzt das Hyoidstück des Zungenbein-Bogens in der Nähe des Kiefer-Gelenkes (Fig. 12). Auf Fig. 9 erscheint er in medialer Ausdehnung zwischen den beiden ersten Visceralbogen. Wir haben es bei *Hexanchus* also mit tiefen und oberflächlichen, motorischen, ventralen Nerven zu thun.

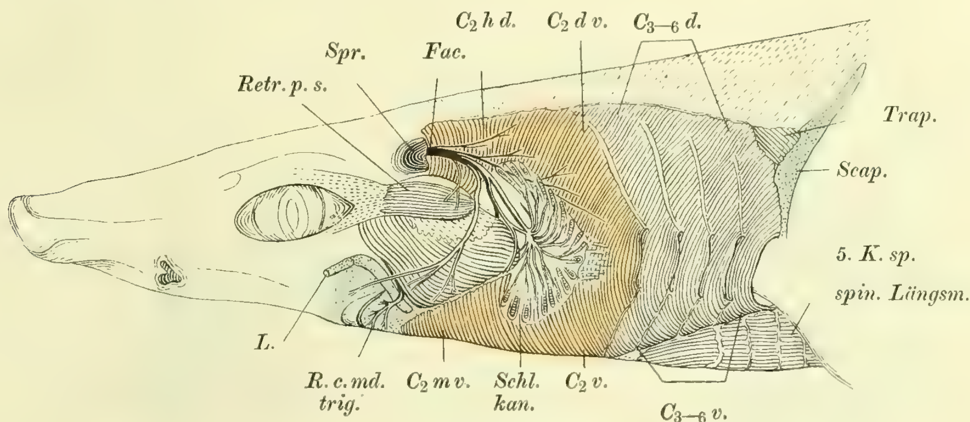


Fig. 14.

Seitenansicht der Kopf-Kiemen-Region von *Acanthias*. 2/3. Die vor und die hinter dem Spritzloche befindliche Visceral-Muskulatur kommt zur Darstellung. Auf C_2 breiten sich der Facialis und das von ihm beherrschte System der Schleimkanäle aus (*Schl.-K.*)

Acanthias. (Fig. 3, 4, 10, 14.) Der Nervus facialis spaltet sich dorsal vom Kiefer-Gelenke in mehrere stärkere Aeste, von welchen zwei die Haut aufsuchen. Ein zwischen ihnen befindlicher Ast (Fig. 14) spaltet sich wieder in zwei Nerven, deren einer als Homologon der Chorda tympani zur Schleimhaut zieht. Durch Kombination der Figg. 3, 14, 15 und 16 kann man den ganzen Verlauf dieses Nerven sich leicht veranschaulichen. Man sieht den Nerv *ch. t.* auf der Fig. 15 zwischen die Ventralstücke der beiden ersten Visceralbogen eintreten. Auf Fig. 16 wird *ch. t.* in seiner Verästelung zur Schleimhaut in der Nähe des Ventralstückes des Zungenbein-Bogens angetroffen. Um dies darstellen zu können, hatte der Kiefer-Bogen zuvor entfernt werden müssen. Der zweite Nervenast ist ein motorischer; er verläuft hinter der Kau-Muskulatur bogenförmig ventralwärts und senkt sich in der Nähe der horizontalen Zwischensehne zwischen die Schichten C_2mv und C_2hv ein (Figg. 4, 10). Beiden Muskellagen Zweige zutheilend, erschöpft sich der Nerv allmählich. Auch hier ist der Verlauf des Stammes dem Hyoidstücke parallel gerichtet. VETTER stellt

das Verhalten des Nervenlaufes im Wesentlichen ebenso dar (o. c. pag. 417, Fig. 3), erwähnt jedoch noch eines Astes, welcher am Gelenke im oberflächlichen Verlaufe zu dem ventral und aboral von der breiten Horizontalsehne gelegenen Muskel-Abschnitte sich begiebt. Letzterer entspricht etwa dem dreieckigen Muskelfelde der Fig. 4, welches von der horizontalen Sehne, der ventralen Zwischensehne zwischen $C_2 v$ und $C_3 v$ und vom hinteren Rande von $C_2 mv$ sich begrenzt zeigt.

Mustelus. (Figg. 5, 6, 11.) Von den hinter dem Spritzloch-Kanale sich trennenden Facialis-Aesten begiebt sich der eine ventral- und aboralwärts (Fig. 5); er dringt ventral von der Horizontalsehne in die Tiefe und verläuft zwischen $C_2 mv$ und $C_2 hv$ in medialer Richtung weiter (Fig. 6). Zwischen Kiefer- und Zungenbein-Bogen erfolgt eine Theilung in den die Schleimhaut aufsuchenden Nerven *ch. t.* und in den die Muskulatur versorgenden Zweig (Fig. 11). Dieser bildet durch eine dreifache Schlinge, welche durch seine Zweige zu Stande kommt, ein langgestrecktes Geflecht. Ein

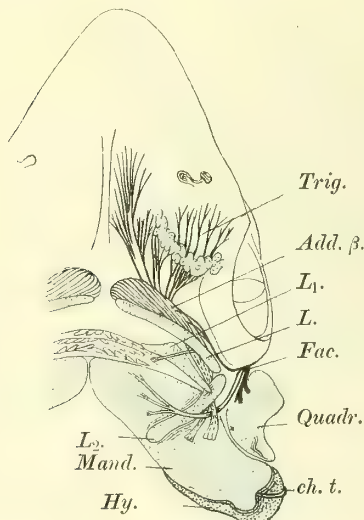


Fig. 15.
Ventralansicht der Kiefer-Region von *Acanthias vulg.*, nach Entfernung aller Muskulatur. 2/3. Verlauf des Schleimhaut-Nerven *ch.t.* (Chorda) zwischen Mandibula und Hyoid.

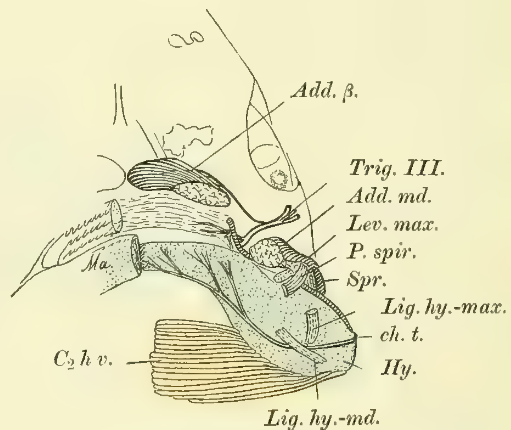


Fig. 16.
Ventralansicht der Kiefer-Zungenbein-Bogen-Region von *Acanthias*. 2/3. Der linke Unterkiefer ist entfernt, um den Verlauf des Nerven *ch.t.* längs des Hyoids, sowie die tiefe, ventrale Muskelschichte $C_2 hv$ zu zeigen.

caudalwärts ziehender Zweig innervirt die aboralen, ventralen, tiefen Muskelpartieen, welche der Portion $C_2 hv$ zugehören (Fig. 11).

2. Rajae.

Die Kiefer-Kiemen-Muskulatur der Rochen ist jüngst durch B. TIESING[1]) neu bearbeitet und in ihrer Zusammensetzung genauer bekannt gemacht geworden. Dadurch ist eine Lücke ausgefüllt, welche bis heute bestanden hat.

---

1) BERTHOLD TIESING, Beitrag zur Kenntniss der Augen-, Kiefer- und Kiemen-Muskulatur der Haie und Rochen. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. XXX., N. F. XXIII.

TIESING gewann aus seinen Untersuchungen eine feste Handhabe zur Beurtheilung der systematischen Stellung der Haie und Rochen zu einander. Alle Instanzen, soweit sie überhaupt aus dem visceralen Apparate mit dessen Skelete, Muskulatur und Nerven zu entnehmen waren, liessen erkennen, dass die Haie die primitiven Verhältnisse darboten, die Rochen aber hochgradige Differenzirungen aufwiesen. Ich halte TIESING's Resultate für so gut begründet, dass die anders lautenden Ansichten über die Stellung der Rochen zu den Haien kaum eine Berücksichtigung verdienen. Diejenigen, welche mehr allgemeine entwickelungsgeschichtliche Fragen an Rochen-Material erledigen wollten, hatten wegen der hohen Specialisirung dieser Formen eine unglückliche Wahl getroffen, welche in den Ergebnissen sofort hervortraten.

Die durch TIESING auf's Neue fest begründete Anschauung von der systematischen Stellung der Rochen kommt auch in der hochgradig und eigenartig entfalteten Facialis-Muskulatur zum vollsten Ausdrucke. Man trifft alle fünf Abschnitte, welche an der Muskulatur der Haie unterscheidbar sind, bei den Rochen wieder an. Da *Acanthias*, *Scymnus* und *Mustelus* erhebliche Rückbildungen im Gebiete C_2md aufweisen, diese Muskellage aber bei den Rochen sehr specialisirt und stattlich ist, so halte ich es für erforderlich, den Anschluss der Rochen an die Haie bei primitiveren Formen, als *Mustelus* und *Acanthias* sind, zu suchen. Die Notidaniden geben, wie ich glaube, unter den untersuchten Formen wieder den natürlichen Ausgangspunkt ab. Die Einrichtungen im Facialis-Gebiete von *Mustelus*, *Acanthias* lassen sich aber nicht so unmittelbar an diejenigen der Rochen anschliessen.

TIESING's sorgfältige Untersuchungen setzen uns in den Stand, eine Gruppe von Erscheinungen hervorzuheben, unter welchen die Entwickelung von C_2 nach einer ganz besonderen Richtung sich auszeichnet. Dies tritt vor Allem bei C_2mv und C_2md in die Erscheinung.

1. C_2vd. Diese hintere, das erste Kiemen-Loch begrenzende Portion, deren dorsale Fasern in die ventralen kontinuirlich sich fortsetzen, stellt sich auch bei den Rochen ein. Die dorsalen, spärlichen Elemente sind in der Occipitalregion des Schädels befestigt; sie haben hier den primitiven Zusammenhang mit dem Levator hyo-mandibularis (C_2hd) bewahrt (TIESING, p. 101). Bei *Rhinobatus* fehlen diese dorsalen Bündel. Fernerhin sind dorsale, aborale Bündel dieser Constrictor-Portion an der transversalen Sehne zwischen C_2d und C_3d befestigt. Die ventralen Muskelfasern hingegen sind mit der transversalen Sehne zwischen C_2v und C_3v verschmolzen. Dorsale und ventrale Fasern ziehen zur „Horizontalsehne", welche auf diese Weise die schärfere Scheidung zwischen C_2v und C_2d bewerkstelligt.

C_2h. Die zum Zungenbein-Bogen verlaufenden Muskellagen werden bei den Rochen ebenfalls angetroffen. Ihre Elemente hängen hier und dort mit C_2vd zusammen. Auch hier stellen sie, wie bei den Haien, tiefe Schichten dar, die wir als C_2hd und als C_2hv unterscheiden können.

2. Die dorsale Schichte C_2hd ist bei Rochen sehr deutlich ausgeprägt und selbstständig. Sie ist durch TIESING als Levator hyo-mandibularis aufgeführt. Der

Ursprung bedeckt die Labyrinth-Region des Schädels und schliesst an C_1d an. Die Insertion nimmt das obere Drittel bei *Raja*, das mittlere Drittel bei *Torpedo*, das untere Drittel der oberen Kante des Hyo-Mandibulare bei *Rhinobatus* ein.

Die Gleichwerthigkeit des Lev. hyo-mand. der Rochen mit C_2hd von *Mustelus* hebt Tiesing ausdrücklich hervor (S. 100).

3. Die ventrale Portion C_2hv ist nach Tiesing's zutreffender Darstellung die tiefere Schichte von C_2v. Sie kommt allen untersuchten Rochen zu und trägt bei ihnen den Namen eines Depressor hyo-mandibularis. Die ventrale Medianaponeurose bietet die Ursprungsflächen dar. Nach aussen konvergirende Bündel suchen eine schmale Fläche des Hyo-Mandibulare auf.

Ein inniger Zusammenhang mit dem oberflächlichen C_2mv scheint streckenweise im Ursprunge erhalten zu sein.

C_2m. Die dem Kiefer-Bogen zugehörigen Muskellagen fehlen den Rochen nicht; sie treten als dorsaler und als ventraler Muskel auf.

4. Der dorsale Theil, C_2md der Haie, hat bei den Rochen eine sehr bedeutsame und eigenartige Entwickelung eingeschlagen; er zeichnet sich seiner Funktion nach als *Levator rostri* aus. Tiesing beurtheilt ihn dementsprechend als ein Gebilde, welches frühzeitig eine weitgehende Differenzirung aus oberflächlichen Gebieten von C_2d eingeschlagen hat. Ursprungsstätten bildet für ihn die dorsale Fascie zwischen Schädel und Schulter-Gürtel. Die Insertion liegt bei *Raja* und *Rhinobatus* am Vorderrande des Rostrum, bei *Torpedo* am Ethmoidalfortsatze.

Da die Innervation des Levator rostri durch den N. facialis dessen Natur erschliesst, so stellt sich Tiesing die lang nach vorn ausgezogene Endsehne durch sekundäre Veränderungen entstanden in folgerichtiger Weise vor. Wahrscheinlich handelt es sich um sehnig umgewandelte Fascien im Bereiche des Schädels, welche zur Herstellung der langen Endsehne beigetragen haben. Tiesing's Beurtheilungen der vorliegenden Befunde sind meiner Ansicht nach die einzig zulässigen.

Der Dorsaltheil hat bei den Rochen die Beziehungen zum Kiefer-Bogen völlig verloren; er bildet einen sehr ansehnlichen Muskel. Da C_2md bei den Notidaniden in voller Entfaltung angetroffen wird, bei *Acanthias*, *Scymnus* und *Mustelus* aber nur eine untergeordnete Rolle spielt, so begegnet man bei der Ableitung der Zustände bei den Rochen von denjenigen bei den primitiver sich verhaltenden Selachiern auf geringere Schwierigkeiten, als solche auftauchen, falls wir einen Vertreter der selbst wieder specialisirten *Squalidae nictitantes* zum Ausgangspunkte der Vergleichung wählen.

5. Der ventrale Muskel, C_2mv der Haie, hat seine Beziehung zum Kiefer-Bogen bei *Raja* und *Rhinobatus* bewahrt. Er entsteht bei diesen breit von der ventralen Aponeurose und heftet sich verschmälert an der unteren Fläche des Unterkiefers fest. Tiesing hat bei *Torpedo* ein Aequivalent für einen solchen Depressor mandibulae vermisst.

Bei *Torpedo* ist das Gesammtmaterial eines C_2mv der Haie wahrscheinlich zum Aufbau eines Muskels verwendet worden, welcher auch bei *Raja* und *Rhinob.*

besteht und als Depressor rostri als ein neues Glied im Facialis-Gebiete sich eingestellt hat.

Der Depressor rostri ist vom Facialis innervirt; er ist ein Produkt von C_2mv der Haie. TIESING nennt den Depressor einen Antagonisten des Levator rostri und denkt sich gleiche Faktoren bei dessen Entstehung thätig wie bei der des Levat. rostri.

Was zunächst den anatomischen Thatbestand betrifft, so ist der bei *Raja*, *Rhinob.* und *Torpedo* übereinstimmende Ursprung von der Fascie der ventralen, spinalen Längsmuskulatur hervorzuheben. Der platte Muskelbauch liegt oberflächlich von C_2mv (*Raja*, *Rhinobatus*). Am Mundwinkel entfaltet der Muskel eine schlanke Sehne, welche bei *Raja* und *Rhinob.* zum Aussenrande des Rostrum, bei *Torpedo* zum Ethmoidalfortsatze in der Nähe des Gelenkes sich begiebt.

Der Muskel dürfte sich aus dem oberflächlichen Bereiche der Ventralportion des Constr. superf. in gleicher Weise wie der Levator rostri entwickelt haben (TIESING). Da ein Depr. hyo-mand. (C_2mv) bei *Torpedo* fehlt, so dürfte die ganze oberflächliche Ventralportion von C_2 bei dieser Form zur Bildung des Depressor rostri verwendet worden sein.

Bei Notidaniden fehlt jegliche Andeutung eines solchen Muskels, desgleichen bei *Mustelus*. In dem Depressor rostri spricht sich wiederum die sehr specialisirte Organisation der Rochen aus. Die Ausdehnung des Muskels über Gebiete, welche dem N. facialis so ganz und gar nicht anheim zu fallen pflegen, hält jeden Versuch nieder, welcher darauf hinzielt, den Rochen einen primitiven Charakter aufzudrücken. Den Selachiern kommt ein solcher zu (cf. TIESING, S. 119).

Bisher sind die erwünschten Uebergangsformen zwischen Zuständen bei Selachiern und Rochen nicht bekannt geworden. Ein Befund bei *Acanthias* jedoch, von VETTER beschrieben, dürfte vielleicht darauf hinweisen, wie die Zustände, welche zu den Einrichtungen bei Rochen hinleiten, sich angebahnt haben. Vom hinteren Abschnitte des C_2mv haben sich oberflächliche Lagen abgehoben. „Sie gehen in eine breite, dünne Fascie über, welche fast die ganze Aussenfläche des M. adduct. mand. überzieht und allmählich in die Fasern desselben sich verliert, theilweise auch namentlich an ihrem unteren Rande, den letzteren direkt als Ursprung dient, . . .“ (VETTER, 1874, p. 416).

Dieses Verhalten vergegenwärtigt vielleicht eine Etappe jenes Weges, welchen jener Depressor rostri der Rochen hat zurücklegen müssen, um mit seiner Insertionssehne aus dem Facialis-Gebiete bis zum Rostrum vordringen zu können.

STANNIUS hat durch Reizversuche an der dem Acusticus eng angeschlossenen, motorischen Facialis-Wurzel ziemlich genau deren Endgebiet ermitteln können (1848 S. 30). Die Reaktion der elektrischen Reizung äusserte sich in der Kontraktion der Muskeln hinter dem Spritzloche. Das Quadratbein wurde gehoben. Die Schnauze wurde durch die fleischigen Muskeln, deren lange Endsehnen zum Schnauzen-Ende gelangten, gehoben und gesenkt.

Die ventrale Kieferbogen-Schichte C_2mv der Selachier ist als ein Glied des Facialis-Gebietes behandelt worden. Dies geschah auf Grund eigener Untersuchungen

und der daraus sich ergebenden Resultate. Meine Beobachtungen decken sich völlig mit denen, welche B. VETTER 1874 veröffentlicht hat. Hiernach hatte der Ram. III trigemini keinen Antheil an der Innervation von $C_2 mv$ bei den Notidaniden und verschiedenen, anderen Squali.

Für die hier vertretene, auf Grund genauer Beobachtungen gewonnene Anschauung der alleinigen Innervation von $C_2 mv$ durch den Facialis möchte ich voll und ganz eintreten. Dieselbe befindet sich nichts destoweniger in einem sehr lebhaften Widerspruche mit einer kurzen Notiz VETTER's aus dem Jahre 1878. Es handelt sich um die sehr bestimmte Angabe, dass der unmittelbar hinter dem Kiefer-Winkel ausgespannte Abschnitt bei *Sphyrna malleus*, *Prionodon glaucus*, *Scyllium canicula* und *Galeus canis* einen Ast des R. max. inf. Trig. empfange (o. c. p. 471). Der Trigeminus-Ast gehe zahlreiche Anastomosen mit den feinsten Verzweigungen des R. hyoideus N. fac. ein. VETTER deutet diesen Trigeminus-Abschnitt von $C_2 mv$ als den Rest der dem Kiefer-Bogen zukommenden, vordersten Portion.

Die sehr bestimmte Angabe des hochverdienten Forschers trifft mit meinen Wahrnehmungen für verschiedene Haie nicht überein; sie zwingt mich dennoch, die Frage der Innervation von $C_2 mv$ nicht als endgiltig abgeschlossene betrachten zu wollen. Sie wird sich durch ontogenetische Befunde vielleicht erledigen lassen. Meiner gewonnenen Ueberzeugung indessen gedenke ich in den folgenden Blättern vollauf Rechnung zu tragen, gern bereit, jeder Zeit dem Zwange der Thatsachen mich zu fügen.

VETTER's oben erwähnte und sehr bestimmte Angaben sind zu aphoristisch gehalten und können mich nicht überzeugen. Bei *Mustelus* glaubte ich auch einmal einen Ast des Trigeminus zu $C_2 mv$ verfolgt zu haben. Es bestanden auch die Anastomosen mit den Facialis-Aesten. Ich hatte aber schliesslich die Vorstellung erhalten, dass es sich um sensible Trigeminus-Zweige handelte. B. TIESING hatte ebenfalls *Mustelus* untersucht. Ich finde aber keine Angaben, welche zu Gunsten von VETTER sprechen. Aber auch dieser Umstand darf nicht maassgebend für uns sein, der Frage dereinst nicht nochmals näher zu treten.

b. Holocephali.

Chimaera monstrosa. Die Beschreibung der Kiemen-Muskulatur von *Chimaera* durch B. VETTER (1878)[1]) ist so vorzüglich, dass nach ihr eine Beurtheilung der einschlägigen Verhältnisse vorgenommen werden kann. Die durch den Autor unternommene Vergleichung der Befunde bei *Chimaera* mit denen der Selachier sind meist stichhaltig. In einigen Punkten indessen hat VETTER nach meinem Dafürhalten sich geirrt, so dass ich seine Darstellung in einem anderen Sinne hier nutzbar mache.

Eine Abbildung der Kopf-Nerven von *Chimaera* durch STANNIUS[2]) hatte bisher

1) B. VETTER, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Kiemen- und Kiefer-Muskulatur der Fische. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. XII. N. F. Bd. V. 1878.

2) H. STANNIUS, Das peripherische Nerven-System der Fische. Rostock. 1849.

nur eine sehr ungenügende Vorstellung vom motorischen Facialis-Gebiete bieten können. Indessen giebt jene bildliche Darstellung Manches wieder, was die Beurtheilung der Eigenartigkeiten von *Chimaera* vielleicht kann erleichtern helfen. Um jedoch nicht zu viel oder zu wenig aus einer Figur herauszulesen, wollen wir erneuerte Untersuchungen abwarten.

1. C_2vd. Dorso-ventral durchlaufende Bündel-Systeme bestehen bei *Chimaera* in einem Muskel, welcher die Kiemen-Deckel-Membran aufbauen hilft. Wie diese vom Zungenbein-Bogen gemeinschaftlich mit dessen Radien caudalwärts über die aboralen Kiemen-Bogen als Schutz ausgewachsen ist, hat sich auch die hinter dem Kiefer-Gelenke befindliche Schichte C_2vd nach hinten bewegt. Als Kiemendeckel-Muskel fehlt er nun auch dem freien, hinteren Rande der Operkular-Falte nicht. Er schliesst dieselbe caudalwärts ab.

Der Muskel bedeckt in sehr primitiver Weise die langen Radien der Kiemen-Deckel-Membran, sowie eine quadratische Knorpel-Platte, welche von der Grenze vom Hyo-Mandibulare und vom Hyoid aus in die Operkular-Falte sich erstreckt. Das Hyoid ist der Träger der langen Radien. Vom Hinterrande der quadratischen Knorpel-Platte indessen gehen die obersten Kiemen-Deckel-Radien aus. Die aus der Verschmelzung der vorderen Enden der Radien entstandene, flache Platte entspricht ähnlichen Bildungen bei verschiedenen Haien.

C_2vd schliesst vorn an den postorbitalen Fortsatz an, entsteht von der dorsalen Fascie, sowie mittels eines Sehnenbandes von der Wirbelsäule. Der Trapezius lagert dorsal vom Ursprunge. Die nahezu quer verlaufenden Bündel erreichen die ventrale Medianlinie, in deren Nähe die Muskel-Platte am stärksten entfaltet ist. Die vorderen Bündel ziehen hinter dem Kiefer-Gelenke vorbei.

Eine Sehnen-Platte, deren Bündel in denjenigen der Muskelfasern sich fortsetzen, trennt einen dorsalen, schmalen und einen ventralen, kräftigen, breiten Muskelstreifen ab. Letzterer erreicht die ventrale Medianlinie.

Die Innervation durch den Facialis, die allgemeine Anordnung, die Lage-Beziehung zu den Radien des Zungen-Bein-Bogens, der dorsale Ursprung, sowie die ventrale Ausdehnung zur Medianlinie bilden Momente, welche den Vergleich des Kiemen-Deckel-Muskels von *Chimaera* mit C_2vd der Selachier vollauf rechtfertigen. Die horizontal ausgedehnte Sehne ward durch VETTER mit derjenigen von Haien (*Scymnus*, *Acanthias*) verglichen. Auch sie scheidet in der That bei *Chimaera* eine Schichte C_2d von einer Schichte C_2v. Die Lage der Sehne ist bei *Chimaera* insofern verändert, als sie nicht mehr, wie bei Haien, caudal vom Kiefer-Gelenke, sondern mehr dorsal von demselben sich befindet.

C_2vd ist mit dem Auswachsen des Deckels der ersten Kiemen-Spalte, wie er bei Selachiern besteht, bei *Chimaera* zu einem Operkular-Muskel geworden. Als solcher besteht er in einem sehr einfachen Gewande.

Der Kiemen-Deckel-Muskel C_2vd, dessen Bedeutung im Verschlusse des Vorraumes zu den Kiemen-Spalten liegt, hat eine oberflächliche, neue Muskel-Platte entstehen lassen, dessen Wirkung eine antagonistische ist. Indem die oberflächlichen

Bündelmassen von jener horizontalen Sehne in C_2vd ausgehen und, nach vorn und oben ziehend, seitlich über die Mund-Spalte fast horizontal gegen die Nasen-Gegend hin ausstrahlen, vermögen sie die Kiemen-Höhle zu eröffnen. Vetter hat der Portio superfic. diese Funktion zugesprochen.

Die Abbildung der Muskulatur bei Stannius unterstützt die Ansicht, dass der oberflächliche Muskel wirklich ein abgespaltener Theil des tieferen sei.

Vetter vergleicht die oberflächliche Portion mit dem bei *Scymnus* und *Acanthias* vom Kiefer-Gelenke ausgehenden Faserbündel, welches in eine breite, den Adduct. mand. bedeckende Fascie übergeht. Die Richtigkeit dieser Annahme ist meines Erachtens nicht über allen Zweifel erhaben. Eine eingehende Prüfung über die phylogenetischen Beziehungen des Muskels von *Chimaera*, sowohl zu demjenigen zum Rostrum der Rochen ziehenden Gebilde, als auch zu dem zum Auge ausstrahlenden Muskel vieler Haie bleibt erwünscht.

2. C_2m. Die Kiefer-Bogen-Schichten finden sich bei *Chimaera* in einer sehr bedeutenden Umwandlung, z. Th. in völliger Reduktion. Der ventrale Abschnitt ist, wie es scheint, in eine aponeurotische Platte umgewandelt, welche ventral einen Anschluss an C_2vd erfährt. Diese paarige Muskellage fasst eine vorn breiter werdende Aponeurose zwischen sich, welche vom Kiefer-Gelenke in den intermandibularen Raum sich ausdehnt. Die Aponeurose ist den Kiefer-Hälften adhärent (vgl. Vetter, S. 438).

C_2md ist stattlich entfaltet, von Vetter genau beschrieben, aber in seiner Bedeutung unbekannt geblieben, Der Muskel zeigt sehr erhebliche Abweichungen von C_2md der Selachier. Die Verwachsung des Palato-Quadratum mit dem Cranium trägt die Schuld daran. Demgemäss sind alle zum P.-Q. der Selachier ziehenden Dorsalbündel bei *Chimaera* verödet. Es haben allein diejenigen sich erhalten können, welche durch Anheftung an die dem Gelenke benachbarten Flächen der Mandibula funktionelle Bedeutung behalten haben, lebensfähig geblieben sind. Diese wenigen, dorsalen Bündel aber haben sich dadurch zum kräftigen Muskel entfaltet. Derselbe hat den Charakter einer dorsalen Kiefer-Bogen-Portion voll bewahrt; er hat aber seine Insertion zum Quadratum aufgeben müssen, um diese mit der Anheftung an den benachbarten Unterkiefer zu vertauschen.

C_2md lehnt sich in der Nähe des Kiefer-Gelenkes an C_2hv noch enger an. Der Ursprung geschieht mittels einer kurzen Sehne unterhalb des unteren Augen-Höhlen-Randes von einer starken Aponeurose, welche die vordere Kopf-Hälfte umgiebt. Der Muskel zieht fast senkrecht herab zu der nach hinten und unten vorspringenden Ecke des Unterkiefers (vgl. Vetter, S. 440). Hier liegt ein Zusammenhang mit der kräftigen, spinalen Längsmuskulatur (M. coraco-mandib.) vor, deren Insertionsbündel die ganze ventrale Fläche des Unterkiefers eingenommen haben.

Die Wirkung des Muskels zielt auf Bewegung auch des Unterkiefers hin; sie wird in der Eröffnung der Mund-Spalte gesucht werden können. Der Muskel ist zu einem Depressor mandibulae geworden. In dieser Eigenschaft tritt C_2md zum ersten Male bei *Chimaera* auf. Wir begegnen ihm bei ***Protopterus*** wieder. Er ist bei allen Amphibien und Reptilien gut entfaltet.

Die Zungenbein-Bogen-Portion des motorischen Facialis-Gebietes hat sich bei *Chimaera* erhalten, ist aber in einem sehr dürftigen Grade der Ausbildung. Der Dorsalabschnitt ist von der ventralen Schichte, völlig abgetrennt, ebenso wie von den anderen Gliedern der Facialis-Muskulatur.

3. C_2hd ist das durch B. Vetter als M. hyoideus superior bezeichnete Gebilde, welches durch grösste Selbstständigkeit sich hervorthut. Die Unterecke des knorpeligen Bodens der Augen-Höhle giebt die Ursprungsstätte für das schmale Muskelband ab. Die Insertionsstellen sind durch den oberen Rand und die Aussenfläche jener Knorpel-Platte gegeben, welche die Basis des Kiemen-Deckels stützt. Die Insertion greift ausserdem auf den Hinterrand des Hyo-Mandibular-Stückes über. C_2hd zieht die Kiemen-Strahlen gegen den Schädel an und trägt dadurch zum Verschluss der Kiemen-Höhle bei.

Der dorsale Zungenbein-Muskel von *Chimaera* unterscheidet sich von C_2hd der Haie durch völlige Loslösung von C_2vd, indem er seinen Ursprung von der Aussenseite des Schädels, wo derselbe bei den Haien gefunden wird, auf die Hinter- und Unterseite des Schädels verlegt hat.

4. C_2hv hat den Zusammenhang mit dem Vorigen eingebüsst. Er ist an der nach unten und hinten gewendeten Ecke des Cerato-Hyale festgeheftet. Von hier aus erstreckt er sich vorwärts, ist also längs gerichtet und hat demgemäss die für die Selachier bemerkenswerthe, transversale Bündel-Anordnung mit einer longitudinalen vertauscht. Die Befestigung findet z. Th. am Unterkiefer, lateral von dessen median vorspringendem Höcker statt. Einige Bündel kreuzen sich mit den Bündeln des anderseitigen Muskels in der Medianlinie hinter der Symphyse; sie sind diejenigen Elemente, welche noch einige, wenn schon verkümmerte Merkmale des Muskels der Squaliden bewahrt haben.

Es ist, wie dargethan, wohl möglich, alle bemerkenswerthen Abschnitte des Muskel-Gebietes der Squaliden auch bei *Chimaera* nachzuweisen. Die bedeutsamen, ja eingreifenden Veränderungen, welche die einzelnen Schichten erfahren haben, stehen im Einklange mit den Umgestaltungen, welche am Skelete, sowie an der Konfiguration des Kopfes und der Kiemen-Region stattgefunden haben. Die Ausbildung von C_2vd zum Kiemen-Deckel-Muskel, welcher aber auch auf den Radien des Zungenbein-Bogens sich ausbreitet, spielt die hervorragendste Rolle.

Während die ventrale Kiefer-Bogen-Schichte, zur Aponeurose umgewandelt, die Bedeutung verlor, welche ihr bei den Selachiern zukam, fand ein sehr eingreifender Wandel an der dorsalen Schichte C_2md dadurch statt, dass das Palato-Quadratum fest mit dem Cranium sich verband. Der Muskel hat unter diesem Verhalten nur die zur Mandibula ziehenden Bündel ausbilden lassen und das Prädikat eines Depressor mandibulae sich erworben.

Die Zungenbein-Schichten führen nur ein kümmerliches Dasein. Sie sind von einander völlig abgetrennt. Der Dorsaltheil ist durch die tiefe Lage deutlich von C_2vd geschieden und lässt sich von diesem auch noch durch die selbstständige Anheftung an der knorpeligen Radien-Platte sowie dem Hyo-Mandibulare unterscheiden.

Der ventrale Abschnitt $C_2 hv$ zeichnet sich durch den fast longitudinalen Verlauf seiner Bündel aus, welche vom Hyoid vorwärts zur Symphyse des Unterkiefers verlaufen.

c. Ganoidei.

Acipenser sturio. Die zuverlässigen Angaben VETTER's (1878, S. 465—488) über die Muskulatur, sowie diejenigen von STANNIUS (1849) über das Nerven-System gestatten uns auch hier, die wichtigen Glieder des motorischen Facialis-Gebietes mit ziemlicher Sicherheit, meistens in grösster Umgestaltung wieder aufzufinden. Manche Punkte bleiben in der Feststellung der Homologieen völlig unaufgeklärt. Um mich in keine hypothetischen Erwägungen zu verlieren, wo neue Untersuchungen aufklären können, halte ich mich allein an das, was mir voll begründet erscheint.

Den epikritischen Bemerkungen VETTER's ist im Allgemeinen die Zustimmung nicht zu versagen. Die Beurtheilung der Muskulatur im Einzelnen weicht hier von denjenigen VETTER's ab.

1. $C_2 vd$. Die bei den Selachiern dorso-ventralwärts durchlaufenden Bündelmassen sind bei *Acipenser*, ähnlich wie bei *Chimaera*, zu einem Kiemen-Deckel-Muskel caudalwärts umgebildet worden. Es sind aber hauptsächlich die dorsalen Abschnitte in den Kiemen-Deckel hineinbezogen, so dass die ventralen Abschnitte von $C_2 v d$, von der ventralen Medianlinie aus verfolgbar, nur theilweise den Kiemen-Deckel erreichen und auf ihm ausstrahlen. Etwa in der Mitte der Membran findet sich bei *Acipenser sturio* ein Belegknochen. Dieser dient zur Anheftung der dorsalen Bündel, sowie der zur Kiemen-Deckel-Membran tretenden, ventralen Bündel von $C_2 vd$. Der operkulare Knochen scheidet demgemäss eine dorsale von einer ventralen Portion ab. VETTER hat den dorsalen Abschnitt einen M. opercularis genannt; während der zum Belegknochen tretende Abschnitt den aboralen Rand des ganzen, ventralen Constrictors darstellt und als Cs_4 bezeichnet ist (VETTER, Taf. XII, Fig. 4). Schwanzwärts vom operkularen Deckknochen ist ein direkter Uebergang beider Abschnitte von $C_2 vd$ erhalten. Es besteht also kein Grund, die beiden, zu einer Einheit gehörenden Theile in der Darstellung von einander zu trennen. Das breitet nur einen Schleier über deutlich ausgeprägte Beziehungen. Der theilweise, in der That völlig in zwei Abschnitte durch den Deckknochen zerlegte, operkulare Muskel $C_2 vd$ ist beim Stör nicht kräftig entwickelt. Das hängt wohl mit dem Aufbau der Kiemen-Deckel-Membran zusammen, welche jeglicher knorpeliger Stützen vom Hyoid-Bogen her entbehrt. Dieser, auf hochgradige Reduktionen hindeutende Umstand unterscheidet *Acipenser* so sehr einerseits von *Chimaera* und andererseits von den Dipnoern, dass eine specielle Vergleichung für den gesammten Operkular-Apparat keine Resultate verspricht.

Der Dorsaltheil von $C_2 vd$, VETTER's M. opercularis, entsteht dorsal vom zweiten Kiemen-Bogen, verläuft als schwaches Gebilde nahezu senkrecht herab zur Kiemen-Deckel-Haut. Auf dieser endigt er schräg an der Innenfläche des operkularen Deckknochens, entsendet andererseits Bündel in den ventralen Muskel (VETTER's Cs_4).

Nach vorn an den Ventral-Abschnitt des operkularen Muskels C_2vd ist eine mächtige Constrictor-Masse angeschlossen, welche schräg erstens zum lateralen Ende des Hyoidstückes, zweitens aber frei über die Ventralfläche des Symplecticum rostralwärts zieht. Diese Constrictor-Partie (VETTER's Portionen Cs_{1-3}) findet schliesslich unter dem Auge an dem nach hinten vorspringenden Ende des lateralen Wulstes des Rostrum Anheftungen (VETTER's Cs_1, vergl. Fig. 2 Taf. XII). Eine hinten angeschlossene Portion (Cs_2) geht hinter und unter dem Auge in eine starke Aponeurose über.

In dieser, vor dem ventralen Operkular-Muskel befindlichen Muskel-Platte sind wahrscheinlich noch vordere Elemente von C_2vd, vielleicht auch solche derjenigen Schichte, welche bei Selachiern C_2m darstellen, enthalten. Die starke Reduktion des ganzen Kiefer-Apparates kann hier mancherlei Neugestaltungen mit sich geführt haben.

Um dorso-ventral durchlaufende Bündel handelt es sich bei Cs_{1-2} (VETTER's) fraglos; zweifelhaft bleibt es aber, ob diese Schichten immer zu C_2vd gehört, oder ob sie sich auch aus C_2m aufgebaut haben. Der Umstand, dass die Schichte C_2mv bei *Acipenser* besteht, spricht, wie mir scheint, zu Gunsten des Bestehens eines äusserst mächtigen, wahren C_2vd, dessen orale Bündel bis zur Orbital-Gegend sich ausdehnten.

Die Zungenbein-Bogen-Schichte hat dorsal den stattlichen Retractor hyomandibularis (VETTER's) hervorgehen lassen, welcher hinter dem Spritzloche sich eingebürgert hat. Die ventrale Portion ist allerdings ein unansehnliches Gebilde, in ihrer morphologischen Bedeutung aber nicht richtig gewürdigt.

2. C_2hd entsteht hinter dem Kiefer-Stiele und dorsal vom ersten Kiemen-Bogen an der Seite des Cranium, ferner von der Unterfläche der vorspringenden Schädel-Deckknochen. Der als Retractor hyo-mandibularis wirksame, dicke Muskel zieht nach unten und vorn zu dem hinteren Rande des Hyo-Mandibulare, aufwärts bis in die Höhe des Spritzloches.

3. C_2hv erscheint bei ventraler Ansicht als tiefes, von C_2vd zum Theil bedecktes Muskelband; es ist median mit letzterem verbunden. Der Verlauf ist ein querer. Die Festheftung erfolgt am hinteren Rande des Hyoidstückes. Von VETTER ist die als C_2hv zu deutende Portion Cs_5 genannt.

Im vorderen Anschlusse an den ventralen Operkular-Muskel C_2vd, und aboral an den dorsalwärts bis zum Cranium durchlaufenden Constrictor-Theil angeschlossen, löst sich von der ventralen, einheitlichen Constrictor-Platte ein Bündel ab, welches zum lateralen Ende des Hyoidstückes des Zungenbein-Bogens sich begiebt. Es trägt bei VETTER die Bezeichnung Cs_3. Gemäss der oberflächlichen Lage dürfte die fragliche Portion als ein zum Hyoidstücke in sekundäre Verbindung gelangter Theil von C_2vd betrachtet werden, während die Insertion dem Muskel den Charakter eines C_2hv verleiht.

Die bei *Acipenser* erfolgte Umänderung im Kiefer-Zungenbein-Apparate erschwert die Beurtheilung der Homologie der letztgenannten Partieen mit hyoidaler Insertion.

Die Kiefer-Bogen-Portionen des motorischen Facialis-Gebietes sind für

Acipenser von geringer Bedeutung. Von einem dorsalen Abschnitte lässt mit Sicherheit sich nichts auffinden.

4. C_2mv besteht indessen in einem kleinen Muskel, welchen Vetter als M. mylohyoideus mit Cs_2 bezeichnet. Eine ventrale Aponeurose, welche weit hinter die Mandibula ausgedehnt ist und dorsal von C_2vd sich befindet, lässt den paarigen, kleinen Muskel entstehen. Die Bündel konvergiren zum Hinterrande des Unterkiefers, wo sie medianwärts von dessen breiter, ligamentöser Verbindung mit dem Symplecticum schmal festgeheftet sind.

Die Innervation von C_2mv bei *Acipenser sturio* ist weder durch Vetter noch durch Stannius sichergestellt. Auf Grund einer etwas fraglichen Kompilation neigt Vetter zu der Ansicht hin, dass der Mylo-hyoideus Aeste des Facialis und des Trigeminus (Ram. III) beziehe. Der noch ausstehende, positive Nachweis muss geliefert sein, bevor wir auf das Feld wichtiger Spekulationen betreffs der Herkunft vom fraglichen Muskel uns begeben. Es sei hier nur erwähnt, dass Vetter in ihm das Material aus dem Trigeminus- und dem Facialis-Gebiete erblickt. Er begründete diese Annahme damit, dass er das in dem vorigen Abschnitte als C_2mv behandelte Facialis-Produkt bei *Sphyrna malleus*, *Prionodon glaucus*, *Scyllium canic.* und *Galeus canis* auch Aeste des R. max. inf. Trig. beziehen sah (cf. S. 471). Dieser viel umstrittenen Frage habe auch ich meine volle Aufmerksamkeit geschenkt, ohne mich bisher auf den 1878 von Vetter eingenommenen Standpunkt stellen zu können. Man vergleiche hierüber die Abschnitte über Dipnoer und Amphibien. Ich habe mich von der Doppelnatur der Schichte C_2mv nicht überzeugen können und glaube, dass überall da, wo dennoch der Ram. III trigemini Elemente zu C_2mv entsendet, dieselben als Facialis-Fasern dem Trigeminus angeschlossen seien.

d. Dipnoi.

Ceratodus und *Protopterus* werden den Gegenstand einer ausführlicheren Besprechung bilden; sie sind von mir genauer untersucht worden. Die allgemeine Anordnung der Facialis-Muskulatur ist bei ihnen unschwer auf die Verhältnisse der Squaliden zu beziehen. Hierin begegnen wir keinerlei Schwierigkeiten. Im Speciellen bieten sich jedoch bei den Dipnoern sehr bedeutsame Verschiedenheiten von Selachier-Zuständen dar. Diese Differenzen stehen im Verbande mit der Ausbildung eines Operkular-Apparates bei den Dipnoern, hängen ab von der festen Verschmelzung des Palato-Quadratum mit dem Schädel, von der Umwandlung des Dorsalabschnittes des Hyoid-Bogens, sowie von dem Auftreten von operkularen Skeletstücken.

Die gesammte Muskulatur, welche den operkularen Apparat bedeckt, gehört dem Facialis-Gebiet zu. Sie wird durch die Operkularstücke in mehrere Abschnitte zerlegt. Mit dem Verluste eines beweglichen Quadratstückes sind die bei Selachiern diesem Skelettheile noch zugehörigen Muskel-Abschnitte bei den Dipnoern naturgemäss verschwunden. Ihnen fehlt also die Portion C_2md, während die in indiffe-

renter Art die dorso-ventrale Körperwand bedeckende Schichte C_2vd als Operkular-Muskel stattlich entfaltet ist. Die zwischen den Aesten des Unterkiefers ausgespannte ventrale, intermandibulare Platte C_2mv erweist sich bei Dipnoern von grösster Selbstständigkeit der Ausbreitung. Auch in der Innervation von C_2mv haben sich neue Zustände eingefunden.

Die Dipneusten stimmen unter einander in den angegebenen Punkten überein und weichen demgemäss gemeinsam von den diesbezüglichen Einrichtungen der Selachier ab.

Ceratodus, der Vertreter der monopneumonen Paladipneusten, differirt in vielen Einzelheiten nicht unerheblich von *Protopterus*, dem dipnopneumonen Neodipnoer. Dieser Umstand lässt zunächst eine gesonderte Behandlung der Befunde bei Beiden sowie eine daran sich anschliessende Vergleichung zwischen ihnen wünschenswerth erscheinen.

1. *Ceratodus Forsteri.*

Das motorische Facialis-Gebiet breitet sich flächenartig hinter dem Cranium und dem Kiefer-Apparate in der Kiemen-Deckel-Falte bis zu dem hintersten, scharfen Rande aus. Es erstreckt sich von hier aus bis gegen die ventrale Medianlinie, um oralwärts zwischen den Unterkiefer-Aesten zugleich an Ausdehnung zu gewinnen.

1. Die von der dorsalen zur ventralen Körper-Wandung durchlaufende Portion C_2vd lagert im hintersten Abschnitte der Kiemen-Deckel-Falte, wo sie zwischen den in ihr auftretenden Operkular-Stücken und dem hinteren, freien Rande auftritt.

Die Anheftung der Bündel dieser Muskelplatte geschieht dorsal an einer derben Sehne, welche aus der seitlichen, hinteren Ecke des knorpeligen Cranium caudal sich erstreckt und allmählich in unregelmässigen Krümmungen der Brustflosse sich zuneigt. Dorsal vom Ursprunge der durchlaufenden Bündel werden zwei, vom Cranium abgesprengte Knorpelstückchen angetroffen. Dieselben haben einen grössten Durchmesser von nur 2 und 3 mm; während 0,7 cm vor ihnen ein dreifach so grosser Knorpel in grösster Nachbarschaft zum Schädel lagert (Figg. 17, 18).

Die parallel geordneten Fleischfasern ziehen nahezu senkrecht über die Seitenfläche der Kiemen-Deckel-Falte zur Ventral-Region herab, wo sie auf der Fig. 19 wieder erkennbar werden. Die der Kiemen-Deckel-Oeffnung benachbarten Bündel reichen medianwärts über letztere nicht hinaus, indessen die oralwärts angeschlossenen Bündel der ventralen Mittellinie sich nähern, um an einer derben, medianen Aponeurose in einer unregelmässig ausgezackten Linie zu endigen. Die etwa 2,5 cm breite, aus dorso-ventral durchlaufenden Bündeln bestehende Portion erreicht oralwärts ihr Ende an den zwei Skelet-Komplexen des Kiemen-Deckels. Diese Skelettheile bieten den vorn sich unmittelbar anfügenden Muskellagen Anheftungsplätze dar, zerlegen diese Muskel-Portionen aber gleichzeitig bis zum Cranium hin in drei Etagen, welche in dorso-ventraler Richtung über einander liegen. Es handelt zich hier also um eine dorsale, um eine intermediäre und um eine ventrale Muskel-Lage, deren hintere Bündel je direkt an vordere Elemente von C_2vd sich anlehnen.

Die dorsale und intermediäre Portion (*M. cr. op.* und *M. i. op.* der Fig. 18) schliessen mit vorderen Elementen an den Schädel an und reichen bis in die Gegend des Kiefer-Gelenkes herab (*M. cr. s. op.*), ohne jedoch an der Mandibula selbst sich anzuheften. Diese beiden Portionen liegen dorsal von der Horizontale, welche die Längsachse des Unterkiefers schneidet; sie gehören dementsprechend wohl auch zu dem Muskel-Abschnitte, welchem, im Vergleiche mit dem Verhalten bei den Selachiern, die Bezeichnung C_2d zufallen muss. Da die Elemente der dorsalen und intermediären Portionen hinter dem Kiefer-Gelenk sich ausbreiten und keine Insertion weder am Quadratstück noch am Hyo-Mandibulare besitzen, so erweisen sie sich als gleichwerthige Bildungen mit den auf den Strahlen des Hyoid-Bogens der Se-

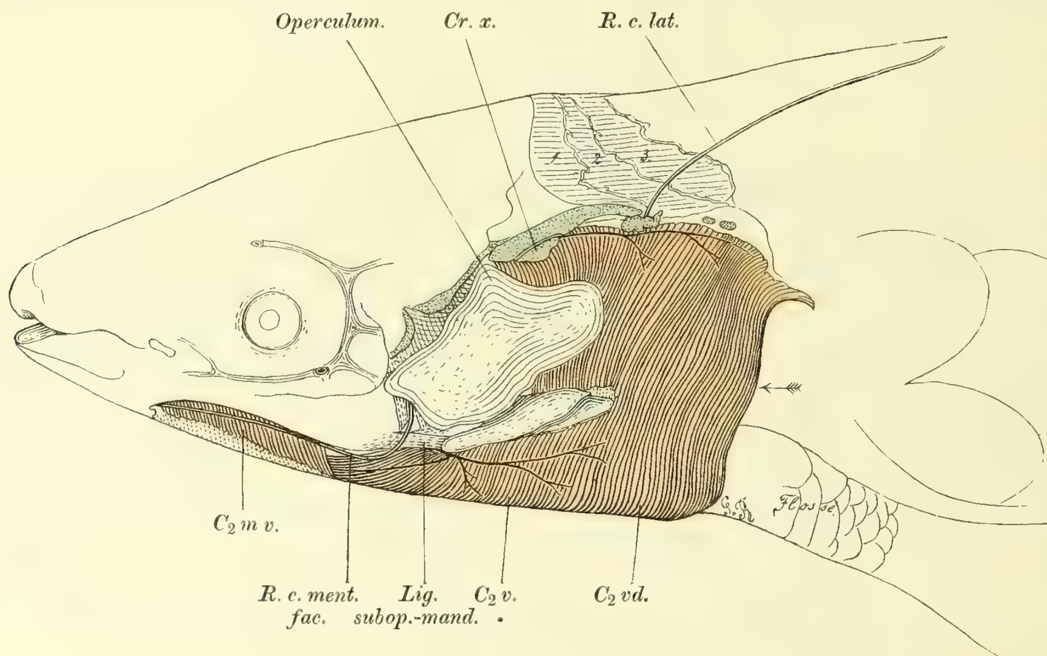


Fig. 17.

Seitliche Ansicht der Kopf- und Kiemen-Deckel-Gegend von *Ceratodus*, 2/3. Die operkularen Skeletstücke sind in ihrer natürlichen Lage zum Kiemen-Deckel-Muskel erhalten. Der Pfeil deutet auf den Eingang zum Vorraume der Kiemen-Höhle. Dorsal vom Muskel C_2vd finden sich drei vom Cranium abgesprengte Knorpelstücke vor. Der mit *Cr. x.* bezeichnete Knorpel ist dem Cranium noch fester verbunden.

lachier ausgebreiteten Muskel-Abschnitten. Diese schlossen sich den Elementen von C_2vd bei einigen Formen innigst an; bei einigen anderen wurden sie durch die horizontale Sehne, welche den Radien des Zungenbein-Bogens auflagerte, in dorsale und ventrale Segmente abgetrennt. Diese Scheidung ist bei *Ceratodus* durch die Ausbildung von knöchernen Kiemen-Deckel-Stücken in schärfster Weise vollzogen. Wir haben deshalb an der in Betracht kommenden Muskulatur einen ventral von den operkularen Skeletstücken befindlichen Abschnitt und eine dorsale, in deren Bereiche auftretende Platte zu unterscheiden. Diese letztere erweist sich durch die Opercularia wiederum in zwei Etagen zerlegt. In gleicher Weise, wie wir die letztere aus den allgemeinen Lagebeziehungen in Uebereinstimmung mit Abschnitten von

C_2*vd* der Selachier zu bringen vermögen, schliessen wir, dass keinerlei Elemente bei *Ceratodus* bestehen geblieben seien, welche auf C_2*md* der Selachier bezogen werden können.

Die zwischen den operkularen Skeletstücken befindliche Muskelplatte.

a. Der dorsale Muskel-Abschnitt (*M. cr. op.* der Fig. 18) schliesst sich an C_2*vd* an; er füllt die dreieckige Lücke im Kiemen-Deckel zwischen dem lateralen, hinteren Rande des knorpeligen Cranium und einer horizontal gestellten, vom Schädel caudalwärts ausgedehnten Knorpel-Platte der Fig. 18 völlig aus. Der Muskel ist ein cranio-operkularer (*M. cr. op.*) zu heissen. Der Ursprung vom *M. cr. op.* liegt in der Fortsetzung von C_2*vd*. Das vom Cranium abgesprengte, grössere Knorpelstück ist

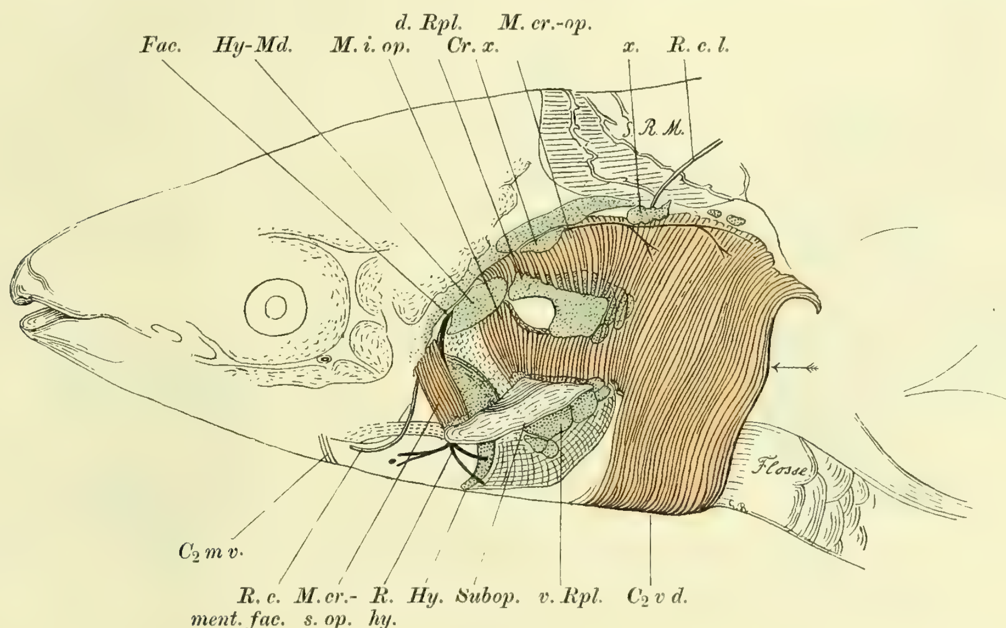


Fig. 18.

Seitliche Ansicht der Kopf-Gegend von *Ceratodus* nach der Entfernung 1) des knöchernen Operculare und 2) einer, das Hyoid und dessen Knorpel-Strahlen bedeckenden Muskel-Platte C_2*v*. 2/3. Man erkennt die zwischen den knorpeligen Radien-Platten ausgebreiteten Portionen des Kiemen-Deckel-Muskels und deren Uebergang in C_2*vd*.

in den Bereich der Ursprungsfläche hineinbezogen. Der Muskel greift weiterhin auf den seitlichen Rand des Knorpel-Cranium über. Der Verlauf der Bündel ist hinten ein nahezu senkrechter; er ändert sich vorn in einen schrägen um, wobei die Richtung vom Cranium aus nach hinten und abwärts zieht Die Anheftung der cranio-operkularen Schichte geschieht am scharfen, oberen Rande der horizontalen Knorpel-Platte der Fig. 18. Der dorsale Rand ist am aboralen Abschnitte des Operkular-Knorpels zugleich die Grenzmarke für eine tiefer liegende Fläche, über welche die Muskelfasern hinwegziehen. In gleicher Weise verlaufen hintere Bündel frei über eine im tieferen Niveau gelegene Knorpel-Partie hinweg, um weiter ventralwärts am suboperkularen Apparate sich zu befestigen.

Die Anwesenheit kleiner Knorpelstückchen an der Innenfläche des Operculum

und Interoperculum war Huxley[1]) nicht entgangen. Van Wijhe[2]) weist auf die grosse Variabilität dieser rudimentären Knorpelstückchen hin. Das Fehlen bildlicher Darstellungen schliesst ein auf dem Wege der Vergleichung zu gewinnendes Urtheil aus.

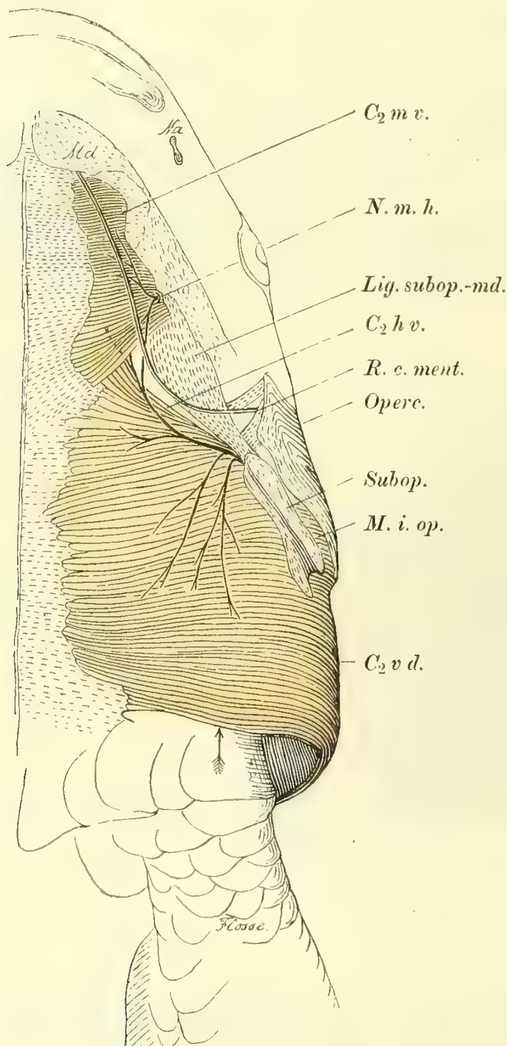


Fig. 19.

Ventralansicht der Kopf-Region von *Ceratodus* $^2/_3$. Die Richtung des Pfeiles giebt den Eingang in die Kiemen-Deckel-Höhle an.

Der Operkular-Knorpel lässt durch seine Beziehungen zum Muskel zwei Abschnitte unterscheiden. Die Aussenfläche des einen Abschnittes befindet sich im Niveau des M. cr. op.; sie bleibt von Muskelbündeln unbedeckt. Diese freie Fläche setzt sich scharf ab von dem tiefer gelegenen Abschnitte der Knorpel-Platte, dessen Aussenfläche von den Fleischfasern bedeckt ist. Die Fig. 18 orientirt über die Lage-Beziehungen vom Knorpel zum Muskel. Die bedeckte Fläche nimmt zum Muskel eine ähnliche Lage ein, wie die Radien des Hyo-Mandibulare der Selachier zu den

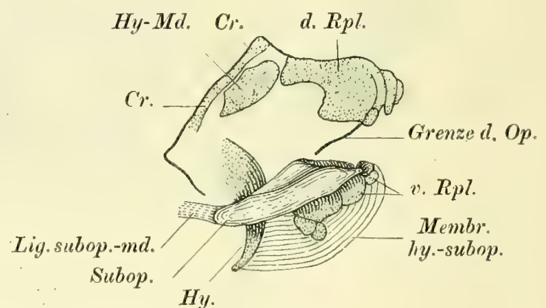


Fig. 20.

Seitliche Ansicht des Hyo-Mandibulare und der dorsalen, knorpeligen Radien-Platte, nach Entfernung des Operculum bei *Ceratodus*. Die Grenze des Operculum ist durch eine schwarze Linie angegeben, um dessen Ausdehnung zum Cranium (*Cr*) etc. erkennen zu lassen. Das Suboperculum bedeckt das Hyoid (*Hy*). Ihm sind die ventrale Radien-Platte und die Membrana hyoideo-subopercularis angeschlossen. $^2/_3$.

über die Radien hinziehenden Bündeln der Muskel-Platte $C_2 v d$. Es wird also durch diese Muskelbündel-Anordnung die Vermuthung geweckt, dass in der Knorpel-Platte Radien des oberen Stückes des Zungenbein-Bogens enthalten seien. Das genauere Verhalten des Skeletstückes bestätigt diese Ausnahme. Die nebenstehende Fig. 20

1) Huxley, On *Ceratodus Forsteri*. Proceed. Zoolog. Soc. of London. 1876.

2) J. W. van Wijhe, Ueber das Visceralskelet und die Nerven des Kopfes der Ganoiden und von *Ceratodus*. Niederländisches Archiv für Zoologie. Bd. V. 1881.

zeigt, wie der Operkular-Knorpel vorn mit einem schmalen Griffe beginnt, wie diesem aboral eine um das Doppelte breitere Platte angefügt ist (vgl. auch Fig. 18). Der aborale, sich wieder verschmälernde Rand ist aus drei Knorpelstücken zusammengefügt, von denen das vordere Stück dorsal mit der Knorpel-Platte verschmolzen ist, ventral aber als abgegliedertes Stückchen auftritt. Dieses Verhalten macht es wahrscheinlich, dass der Operkular-Knorpel eine Radien-Platte vorstellt, wie sie auch bei Haien gefunden wird. *Scymnus* und *Squatina* besitzen derartige Radien-Platten am Hyo-Mandibulare, welche nach C. Gegenbaur wahrscheinlich durch Differenzirung eines einzelnen Radius hervorgegangen sind[1]).

Die Uebereinstimmung der operkularen Knorpel-Platte von *Ceratodus* bezüglich Lage und Beziehung zur Muskulatur mit den Radien-Platten bei Haien ist eine perfekte. Die nunmehr freie Fläche der Platte hat erst nach stattgehabter Reduktion der anfangs über sie hinziehenden Muskelbündel an die Oberfläche gelangen können. Diese Umwandlung hängt mit der Entfaltung des operkularen Deckknochens zusammen, welcher der ganzen, freien Knorpelfläche fest auflagert. Von dieser knorpeligen Basis aus dehnt das Operculum gegen den seitlichen und hinteren Kranialrand und nach abwärts sich weiter aus, um hier die Muskulatur zu bedecken (Figg. 17, 18). Wir bezeichnen diesen Deckknochen in Uebereinstimmung mit A. Günther[2]), Huxley ein Operculum. C. Gegenbaur nimmt ein Operculum mit einem Suboperculum bei *Ceratodus* gleichfalls als vorhanden an (1878)[3]). Entspricht der besagte Knorpel von *Ceratodus* einer Radien-Platte, wie sie bei Squaliden auftritt, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass das vorn an ihn anstossende, aber doch völlig von ihm getrennte, ovoide Knorpelstück einen Rest des oberen Stückes des Zungenbein-Bogens, eines Hyo-Mandibulare repräsentire (vgl. Fig. 18 u. 20 *Hm-Md*). Huxley ist für diese Ansicht eingetreten. v. Wijhe hält es nicht für unmöglich, dass ein Interhyale in der Knorpel-Platte vorliege. Gründe für diese Meinung sind nicht angegeben. Der operkulare Deckknochen nimmt als Basis für seine Ausbreitung auch das Knorpelstück (*Hy Md*) in Anspruch, mit welchem es fest verbunden ist.

Das Operculum stellt eine viereckige Platte dar, deren oberer (dorsaler) Rand mit demjenigen der knorpeligen „Radien-Platte" genau abschliesst. Mittelst des vorderen Randes ist das Operculum dem Schädel eingelenkt.

Der untere (ventrale) und der hintere (aborale) Rand halten sich in der Höhe des Unterkiefers in der Nähe des Suboperculum. Die hintere, obere Ecke wird aboral von den abgegliederten Stücken der „Radien-Platte" überragt, und zwar derartig, dass Bündel des Muskels der Kiemen-Deckel-Falte zwischen Knorpel und Knochen verlaufen.

---

1) C. Gegenbaur, Untersuchungen zur vergl. Anatomie der Wirbelthiere. III. Heft 1872. S. 180. Taf. XI Figg. 1 u. 2.

2) A. Günther, Description of *Ceratodus*, a genus of Ganoid Fishes, recently discovered in Rivers of Queensland, Australia. Philos. Trans. MDCCCLXXI. p. 525.

3) C. Gegenbaur, Grundriss der vergleichenden Anatomie. 2. Aufl. Leipzig 1878. S. 479.

Ventralwärts von der Verwachsungsfläche mit dem Knorpelstücke dehnt sich das Operculum über den Muskel aus, welcher als interoperkularer dargestellt werden soll. *Hy-Md* der Fig. 17 u. 19 ist etwa von ovaler Gestalt. Sein scharf zugeschnittener Vorderrand ist dem Cranium ebenso wie das Operculum beweglich in einem Gelenke verbunden. Der Facialis-Stamm ist hier von *Hy-Md* überlagert.

Die wenigen Muskelbündel, welche vom Schädel zum Dorsalrande von *Hy-Md* sich begeben, dürfen als Ueberreste eines C_2hd gedeutet werden, falls die Deutung des fraglichen Skeletstückes als eines Hyo-Mandibulare zutreffend ist. Spekulationen hierüber schliesse ich aus; ebenso lasse ich die Frage des Weiteren unerörtert, in welcher Weise die dorsal vom Hy-Md befindliche, dreieckige Knorpel-Platte (*Cr. x*), welche dem Schädel innig anlagert, zu deuten sei. Es kann sich ja um eine abgesprengte Portion des Schädels oder nur um eine solche des Hyo-Mandibulare, oder gar um Reste anderer, zum Zungenbein-Bogen gehöriger Bestandtheile handeln. In letzterem Falle, den ich allerdings für den unwahrscheinlichsten halte, könnten vielleicht die drei dorsalen Knorpelstückchen gleichfalls einer verschiedenartigen Deutung anheimfallen (Fig. 18 *x*). Ich bin nicht im Zweifel, dass diese Fragen an entwickelungsgeschichtlichem Materiale sich werden lösen lassen.

b. Als M. interopercularis ist der mittlere Abschnitt des durch die Skelettheile des Kiemen-Deckels beeinträchtigten C_2vd bezeichnet (Fig. 18, 19 *M. i. op.*) Aboral fällt der Uebergang in die durchlaufenden Bündel von C_2vd auf. Die Elemente sind dorsal und ventral je an den operkularen Skeletstücken festgeheftet. Dorsal erfolgt die Anheftung erstens an dem unteren Rande des vergrösserten Hinterstückes der „Radien-Platte", zweitens an der Unterfläche des Operculum in einer von der dorsalen Radien-Platte (d. R. pl.) zum Hyo-Mandibulare (Hy-Md) verlaufenden Linie. Die Richtung dieser Ursprungslinie ist auf Fig. 19 aus dem vom Operculum abgeschnittenen Ursprungstheile zu entnehmen. Der M. i. op entsteht drittens am Unterrande von Hy-Md. Der vordere Rand des Muskels bleibt vom Schädel 1 cm entfernt. Die Anheftung der interoperkularen Schichte erfolgt ventral am Dorsalrande eines Taschenmesser-förmigen Skelettheiles, den ich, in Uebereinstimmung mit A. Günther, ein Suboperculum heisse. Die Beziehung des M. i. op. zu ihm ist eine ähnliche, wie diejenige vom M. cr. op. zum Operculum und zu dessen knorpeliger Unterlage, indem die Bündel vor ihrer Anheftung an dem oberen, hinteren Randtheil des Suboperculum eine mit ihm verlöthete Knorpel-Leiste bedecken. Aboral ziehen die Muskelfasern frei über die suboperkulare Knorpelfläche und erreichen hier den Anschluss an C_2vd.

Dem Vorderrande des M. i. op. fügt sich eine derbe, viereckige Sehnen-Platte an, welche dorsal mit Hy-Md, ventral mit dem Suboperculum und kranial mit einem abgesprengten Muskelbande vereinigt ist. Letzteres entspringt am Schädel oberhalb des Kiefer-Gelenkes und inserirt am Vordertheile des Subop. (Fig. 18). Der Muskel ist gemäss seiner Ausdehnung ein cranio-suboperkularer zu heissen. Unter ihm verläuft der N. facialis in ventraler Richtung, feine Aeste zu ihm entsendend. Da die Insertionsfläche am Suboperc. die Nachbarschaft des Hyoid-Bogens theilt, so kann man

auch der Annahme beipflichten, dass der M. cr. s. op. als das Produkt eines C_2hd der Haie zu deuten sei. Gehört er aber zur anfangs dorso-ventral durchlaufenden Portion C_2vd, so vergegenwärtigt er deren vorderste, umgewandelte Bündellagen.

Die interoperkulare und die cranio-suboperkulare Portion sind vom Operculum bis auf kleine, aborale Partieen bedeckt (Fig. 17). Die Wirkung kann allein in einer Annäherung der Skelettheile der Kiemen-Deckel-Falte beruhen, welche Wirkung sich natürlich auf die Nachbartheile in besonderer Weise umzusetzen vermag und auf die Verengerung der Kiemen-Deckel-Höhle hinzielen wird.

Der Kiemen-Deckel-Muskel von *Ceratodus* fand durch A. Günther eine kurze Beschreibung: „The gill-cover is adpressed to the head by a singular broad muscle, which takes its origin from the lateral edge of the occipital cartilage, attaches itself to the upper margin of the opercle, and penetrates into the soft portions of the gill-cover, descending as far as the subopercle. It is divided into eight or nine fascicles by fibrous sheaths which run parallel with the muscular fibres" (1 c. P. 525).

c. Der ventrale Abschnitt des von C_2vd ableitbaren und durch die operkularen Skelettheile gegliederten Muskels ist am ventralen Rande des Suboperculum festgeheftet. Aborale Bündel ziehen frei über die dem Subop. angefügten Knorpelstücke hinweg. Die Fasern lagern weiter vorn einer eigenartigen, suboperkularen Membran auf (vgl. Fig. 20, M. hy-subop).

Vor dem Deckknochen (Subop.) entstehen kräftige Bündel vom Ligamente, welches den ersteren mit dem hinteren, ventralen Rande der Mandibula in Verbindung setzt. Andere, äusserst ansehnliche Muskelbündel entstehen am Ventralstücke des Zungenbein-Bogens. Die gesammte, aus diesen Ursprungsfasern hervorgehende, ventrale Muskelmasse bildet eine einheitliche Platte, welcher oralwärts bis zum Eingange in den Vorraum der Kiemen-Höhle der ventrale Theil von C_2vd sich anschliesst (Fig. 19).

Die ventrale Muskelplatte ist ein Theil des ventralen Constrictors; sie umfasst die Abkömmlinge von C_2vd und enthält ausserdem die ventrale Hyoid-Schichte C_2hv der Haie.

Die Fleischbündel halten, mit Ausnahme der oralen, vom Hyoid-Bogen entstehenden, einen queren Verlauf inne. Sie heften sich an einer ca. 2 cm breiten, aponeurotischen, medianen Membran fest, welche bis zur Kiefer-Symphyse verfolgbar ist (Fig. 19). Die mediale Insertionslinie ist stark ausgezackt.

Die vom Hyoid-Bogen auslaufenden Elemente zeichnen sich durch einen vorwärts mehr und mehr gestreckten Verlauf aus; sie endigen in der medianen Aponeurose, etwa 4 cm von der Kiefer-Symphyse, ca. 1,5 cm von der Mittellinie entfernt (Fig. 21). Die Sehnenfasern jedoch ziehen vor- und medianwärts, um nur 1,7 cm von der Symphyse entfernt zu endigen.

Suboperculum. Das Skeletstück, welches zwischen mittleren und ventralen Abschnitt des Muskels C_2vd eingeschaltet ist, zerfällt in einen tieferen, knorpeligen und in einen oberflächlichen, knöchernen Theil. Der Knorpel besteht aus mehreren, eng an einander gefügten, grösseren und kleineren Stücken (Figg. 18 u. 20). Solche

sind bereits durch Huxley wahrgenommen worden. Den unteren Knochenrand überragen vier Knorpelstücke; ihnen schliessen sich noch zwei an, welche aboralwärts über den Knochen hinausragen. Dem aboralen Abschnitte des Dorsalrandes des Knochens ist ein schmaler Knorpelstreif angefügt (Fig. 20). Da die Muskelbündel die gegliederte Knorpel-Platte in gleicher Weise wie am Operculum bedecken, so darf die Platte auch hier als das Rudiment von Radien des Hyoid-Bogens gedeutet werden. Es ist möglich, dass es sich entweder um eine Summe von Radienresten, oder aber um eine „Radien-Platte“ im obigen Sinne handle. Ich legte auf den Figuren der gegliederten Knorpel-Platte die Bezeichnung einer ventralen Radien-Platte bei (v. Rpl.). Der Knorpel ist der Unterfläche sowie den Rändern des ihn bedeckenden Knochens fest angefügt. Dieser ist ein Deckknochen, welchen ich ein Suboperculum heisse (vgl. A. Günther, C. Gegenbaur), welchen Huxley und v. Wijhe aber als Interoperculum aufgeführt haben. Ich beabsichtige nicht, in eine Diskussion über die Homologie dieses Skelettheiles hier einzutreten. Mit der vorderen Hälfte liegt dasselbe dem Zungenbein-Bogen beweglich auf. Das vordere, abgestumpfte Ende bleibt vom Kiefer-Winkel etwa 1 cm entfernt. Ein äusserst kräftiger Bandapparat, horizontal angespannt, vereinigt beide Skeletstücke (vgl. Huxley, v. Wijhe). Das Band breitet sich fächerförmig über die Ventralfläche der Mandibula aus und empfängt dadurch eine sehr starke Anheftung (Figg. 19, 21 und 22). Es findet auch eine Abspaltung von Flächenbündeln zur Medianlinie bis gegen die Symphyse hin statt. Unter dem Bande verlaufen ventrale Aeste des N. facialis. Ueber die freie Oberfläche des Suboperculum zieht von vorn nach hinten eine seichte Furche (Fig. 19). Der dorsale Randtheil ist gleichfalls vertieft, indem gegen ihn das Operculum mit seinem ventralen Randstücke eingreift (Fig. 17).

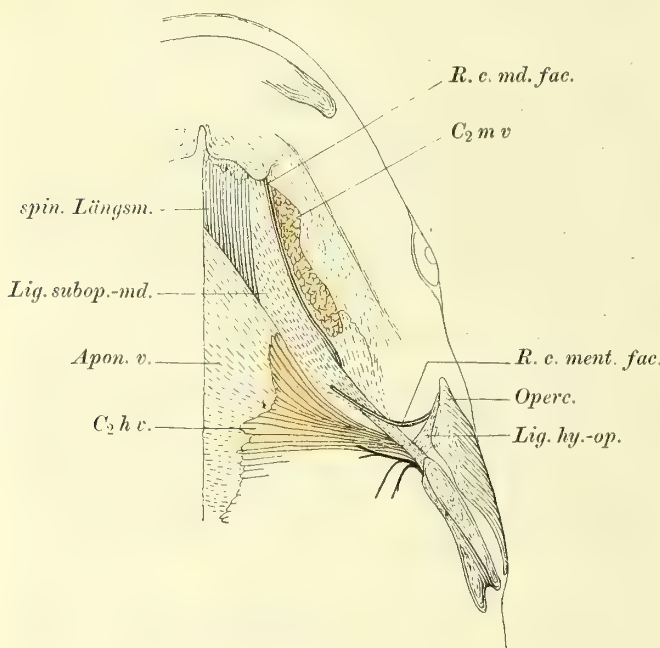


Fig. 21.

Ventrale Ansicht der Kopf-Gegend von *Ceratodus*. $^2/_3$. Die intermandibulare Schichte $C_2 m v$ ist bis auf die Anheftung am Unterkiefer, die Schichte $C_2 v d$ ist ganz entfernt, um $C_2 h v$ zu Tage treten zu lassen.

Ein Hinweis auf die bei Selachiern erwähnte „Horizontalsehne“, welche vom Kiefer-Winkel gegen die erste Kiemen-Spalte sich erstreckt, enthält zugleich einen Anhaltspunkt über das Entstehen des Suboperculum von *Ceratodus*. Dasselbe korrespondirt in Lage und Ausdehnung, sowie im Verhalten zur knorpeligen Basis mit jener Horizontalzone, welche zur Basis die um den Mittelstrahl des Zungenbein-Bogens

sich ordnenden Gebilde besitzt. Entsprechend diesen kongruenten Verhältnissen bin ich geneigt, die Entstehung des Deckknochens (Subop.) in eine nähere, lokale Beziehung zu jener Horizontalsehne, die Knorpelstücke aber mit denjenigen Radien in Verband zu bringen, welche an der Grenze vom dorsalen und ventralen Stücke des Hyoid-Bogens eingelenkt gewesen sind. Näheres hierüber kann die Ontogenie von *Ceratodus* vielleicht an den Tag bringen.

Die suboperkularen Skeletstücke haben zur Ausbildung eines vollkommeneren Apparates beigetragen, welcher als eine sehr derbe und ziemlich scharf begrenzte Membran vom ventralen Rande der Knorpel-Knochen-Platte ausgeht und sich ventralwärts weiter ausdehnt, um vorn an einem Fortsatze des Hyoidstückes sich festzuheften, welcher ventral- und oralwärts leicht gekrümmt ist. Die Figg. 18 u. 20 lassen den freien, scharfen Rand der suboperkularen Membran erkennen. Auf ihr breiten sich Theile der ventralen Muskelportion aus. Es handelt sich im Vergleiche mit den Zuständen bei Squaliden um sehr bemerkenswerthe Fortschritte, welche an die Ausbildung des Kiemen-Deckels u. s. w. geknüpft sind und auf Einrichtungen bei den Teleostiern hinweisen.

Die an den Hyoid-Bogen festgeheftete Portion C_2h.

2. Der dorsale Abschnitt C_2hd darf bei *Ceratodus* im Wesentlichen als erloschen betrachtet werden. Nur die wenigen Bündel, welche vom Cranium zu dem mit diesem verschmolzenen Dorsalstücke des Hyoid-Bogens (Fig. 18, *Hy-Md.*) gelangen, können als spärliche Reste der bei Selachiern meist ansehnlichen Muskel-Platte gedeutet werden. Es bleibe unentschieden, ob der Musc. cranio-subopercularis (M. cr. sop.) Resten eines dorsalen Hyoid-Muskels der Squaliden zu vergleichen sei.

3. Der ventrale Abschnitt C_2hv blieb als kräftiges Gebilde erhalten (vgl. die Figg. 19 u. 21). Der Ursprung ist auf diejenigen Partieen des Zungen-Beins beschränkt, welche unterhalb des Kiefer-Winkels sich befinden und vom Vorderende des Suboperculum bedeckt sind. Der Muskel ist der Ventralportion von C_2vd unmittelbar angeschlossen (Fig. 19). Die Bündel verlaufen anfangs quer, dann schräg und endlich gestreckt vor- und medianwärts, wie oben angegeben ist.

Der Ursprung von C_2hv hat sich im Vergleiche mit dem primitiven Verhalten bei Haien auf hintere Strecken des Hyoids zurückgezogen. Und dadurch, dass die Muskel-Platte nichts destoweniger die intermandibulare Gegend einnimmt, sehen wir den primitiven, queren Bündel-Verlauf bei Selachiern hier in einen lang gestreckten umgewandelt. Die Wirkung erfährt auf diese Weise ebenfalls eine Umgestaltung, insofern das Heben des Bodens der Mundhöhle, welches das Verengern der Cavitas oris zur Folge hat, nicht mehr der alleinige Effekt sein kann. Es tritt vielmehr die Fähigkeit für den Muskel neu hinzu, entweder das Hyoid nach vorn zu ziehen oder, bei Fixation desselben, die Mandibula zur Eröffnung der Mund-Spalte nach abwärts zu bewegen. Die derbe, mediane, an der Kiefer-Symphyse angeheftete Aponeurose leistet einer solchen Wirkung Vorschub. C_2hv kann hierin durch diejenigen Elemente unterstützt werden, welche von der Dorsalfläche aus durch Anheftung

an das Subop. und vermittelst des zum Winkel und Ventralrande der Mandibula ziehenden Bandapparates (L. sop. m.) auf diesen Skelettheil einwirken (vgl. Fig. 17). Die in diesem Sinne wirksam gedachten Abschnitte der Schichte $C_2 d$ vergegenwärtigen potentiell einen Senker des Unterkiefers, einen Depressor mandibulae.

Die Kiefer-Bogen-Portion C_2m.

4. Eine dorsale Muskel-Platte C_2md wird vermisst. Die Rückbildung einer solchen bei *Ceratodus* fällt mit dem Verluste jeglicher Beweglichkeit des Dorsalstückes des Kiefer-Bogens zusammen. Dasselbe ist dem Cranium einverleibt.

5. Der ventrale Muskel C_2mv wird in voller Ausbildung angetroffen. Er entspringt an der Unter- und Innenfläche der Mandibula (Figg. 19 und 21). Die Ursprungsfläche dehnt sich von der Symphyse aboralwärts über die vorderen zwei Drittel des Skelettheiles aus. Der Muskel erreicht hier die beträchtliche Dicke von 5 mm. Die laterale Grenze der Ursprungsfläche fällt mit einer unregelmässig ausgezackten Linie zusammen (vgl. Fig. 19).

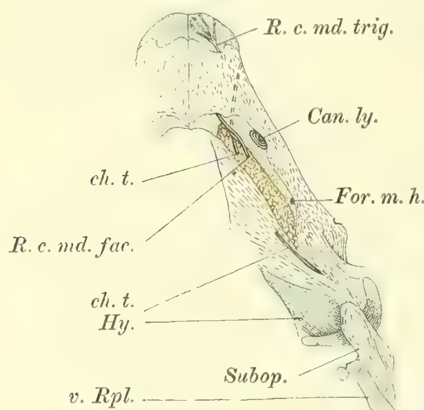


Fig. 22.

Ventrale Ansicht des Unterkiefers und des Hyoids von *Ceratodus*. 1/2. Zwischen dem Knorpel und dem knöchernen Belegstücke des Unterkiefers verläuft ein weiter Lymphraum (*Can.ly.*), welcher vor dem *For.m.h.* eine ventrale Oeffnung besitzt.

Der Bündel-Verlauf ist vorn ein querer; er wird aboral ein schräger. Auf diese Weise ist der aborale, scharf geschnittene Muskelrand von vorn und aussen median- und caudalwärts gerichtet.

Die Muskel-Platte C_2mv wird von einer kräftigen, medialen Aponeurose aufgenommen. Letztere ist mit der anderseitigen in der Medianlinie verschmolzen. Durch die unpaare Sehnenplatte wird der paarige Muskel mit der Kiefer-Symphyse in festen Verband gebracht. Die Sehnenplatte lässt eine gute Strecke weit von der tieferen Aponeurose, zu welcher der Muskel C_2hv sich begiebt, auf präparatorischem Wege sich trennen; denn beide sind aus Sehnenfasern zusammengefügt, welche den Verlauf der verschieden gerichteten Muskelbündel fortsetzen.

C_2mv bedeckt mit seinem aboralen Abschnitte den oralen Theil von C_2hv, wobei die Bündel sich beinahe rechtwinkelig schneiden.

Zwischen dem aboralen Rande von C_2mv, dem Vorderende von C_2hv und der Mandibula liegt ein dreieckiges, muskelfreies Feld. Dasselbe ist grösstentheils von einer derben, sehnigen Ausbreitung des Lig. subop.-mandib. erfüllt (Fig. 21).

C_2mv ist bei *Ceratodus* ein intermandibulares Gebilde; denn auch seine aboralen Insertionsbündel liegen vor der Querlinie zwischen beiden Kiefer-Winkeln. Die Wirkung darf der Dicke des Muskels entsprechend als eine sehr intensive gedacht werden; sie muss auf eine Spannung des Mund-Höhlen-Bodens hinzielen, welche hinwiederum eine Verengerung der Kavität zur Folge haben wird. Dies darf aber als eine Konstriktor-Wirkung betrachtet werden.

In Ursprung und Insertion sind dem Muskel Charaktere bewahrt geblieben, welche C_2mv der Selachier auszeichnen. Auch in der oberflächlichen Lage zu C_2hv ist ein wichtiges Merkmal der Uebereinstimmung gegeben, so dass an der Homologie der gleichbenannten Muskeln von Selachiern und von *Ceratodus* füglich wohl nicht gezweifelt werden kann.

Es muss an dieser Stelle bereits scharf betont werden, dass, soweit unsere Kenntniss reicht, von *Ceratodus* aus keine anderen Muskel-Gebiete hergeleitet werden können, als aus dem bezeichneten Gebiete der Selachier. Es fehlt jede anatomische Grundlage dafür, C_2mv als ein neues Glied in der Organisation von *Ceratodus* aufzufassen. An der Homologie der mit C_2mv bezeichneten Gebilde ist also fest zu halten. Das intermandibulare Gebilde erweist sich durch seine gesammte Anordnung als gleichartig mit dem gleichbezeichneten Abschnitte des motorischen Facialis-Gebietes der Haie und Rochen.

C_2mv hat bei *Ceratodus*, im Unterschiede zum Verhalten bei Haien, von C_2hv sich völlig emancipirt. Dies ist durch die Beschränkung des Ursprunges der ersteren Schichte auf vordere Theile der Mandibula, der letzteren auf hintere Flächen-Abschnitte des Hyoids zu Stande gekommen. Auf diese Weise hat die fast rechtwinkelige Kreuzung der Bündel beider Schichten erfolgen können. Das oben gekennzeichnete, muskelfreie Feld hat ebenso seine Entstehung genommen.

Da, wo die oberflächliche, mandibulare Platte die tiefer gelegene, hyoidale deckt, kommt die primitive Schichtung wieder zum Vorscheine. Die erhalten gebliebene, gleichartige Wirkung auf Abschnitte des Mund-Höhlen-Bodens steht im Konnexe hiermit.

Wir erinnern uns, dass die beiden, ventralen Muskel-Schichten auch bei Haien schon eine schärfere Sonderung durch Umordnung des Faserverlaufes haben erfahren können. Ein Verhalten bei *Mustelus* (Fig. 11) und *Acanthias* (Fig. 10), nach einer bestimmten Richtung weiter ausgebaut, leitet zu dem Befunde bei *Ceratodus* hin.

Die Gründe, welche zur Annahme der Homologie des intermandibularen Muskels C_2mv von Selachiern und *Ceratodus* hindrängen, geben uns zugleich ein gewisses Recht, die den Muskel hier und dort versorgenden Nerven als gleichwerthige zu betrachten. Die motorischen Nerven für C_2mv werden bei *Ceratodus* ebenfalls Aeste eines N. facialis desshalb sein müssen, weil sie bei allen Haien in einer solchen Eigenschaft auftreten. Dass Aeste des Facialis bei *Ceratodus* einen eigenartigen Verlauf einschlagen, ja selbst dem Ram. III des N. trigeminus, wie es scheint, angeschlossen sind, muss als merkwürdig und bedeutsam gelten. Dieser Umstand darf aber ohne nähere Begründung nicht dafür geltend gemacht werden, dass der intermandibulare Muskel C_2mv von *Ceratodus* jemals dem Gebiete des Trigeminus zugehört habe. Es ist zur Zeit nicht eine sicher gestellte Thatsache bekannt geworden, welche für diese Interpretation eine Stütze bieten kann.

Verschmelzungen von Aesten verschiedener Gehirn-Nerven oder gar von ganzen Nerven-Stämmen während des Verlaufes durch das Cranium, und selbst bis zu deren Wurzel-Gebieten hin, sind häufige Erscheinungen. Trigeminus und Facialis aber sind

ganz besonders durch derartige Verschmelzungen bis zu den Centralapparaten hin ausgezeichnet. Es ist in dem ersten Abschnitt dieser Abhandlung ausdrücklich auf jene Erscheinungen hingewiesen worden. Sehen wir aber von denselben ganz ab, so müssen wir auf Grund der Gleichartigkeit der Muskeln auch auf diejenige der Nerven schliessen, da die Homologie dieser Organtheile selbst durch einen sehr abgeänderten Verlauf nicht aufgehoben werden kann.

Wir haben es hier mit der Thatsache zu thun, dass der Muskel, welcher bei allen Selachiern zweifellos dem N. facialis angehört, bei *Ceratodus* ausser „direkten" Facialis-Aesten auch einen Nerv empfängt, welcher vom Ram. III des Trigeminus sich loslöst. Diese Thatsache glaube ich so deuten zu müssen, dass jener Nervenast dem Trigeminus fremdartig sei, als ein vom N. facialis losgelöster Strang dem Trigeminus sich angeschlossen habe. Die Schichte C_2mv bezieht nach dieser Interpretation des Thatbestandes ausser jenen „direkten" Facialis-Aesten auch auf Umwegen Zweige des Facialis.

Es besteht also nur scheinbar ein Widerspruch darin, wenn wir einen Muskel, welcher einen Ast vom Trigeminus empfängt, als ächtes Glied des Facialis-Gebietes hier vorgeführt haben. Dass dieser Ast des Trigeminus Facialis-Natur besitze, beweist die Vergleichung der einschlägigen Zustände unter einander.

Wären Trigeminus-Aeste zu dem indifferenten Muskel der Haie durch mich verfolgbar gewesen, so würde ich in meiner Ueberlegung durch die Wucht der Thatsachen nach einer ganz anderen Richtung gedrängt worden sein. Die auf vergleichend-anatomischem Wege sich ergebende Annahme einer Umordnung im Verlaufe der Facialis-Aeste wird durch ontogenetische Studien sich vielleicht näher prüfen lassen. Diese werden von jenem vergleichend-anatomischen Ergebnisse beleuchtet werden können. Die Untersuchungen über den Ursprung der Nerven im Centralapparate werden zur Prüfung der hier vertretenen Anschauung vor Allem berufen sein.

Da Verlagerungen von Facialis-Aesten und deren Anschlüsse an den Trigeminus nur allmählich erfolgt sein können, so ist zu vermuthen, dass auch Zwischenstufen dieses Wandlungsprocesses werden aufgefunden werden können. *Ceratodus* nimmt immerhin eine bedeutungsvolle Rolle in dieser Hinsicht ein, da ein peripherer, enger Anschluss von Elementen des Trigeminus und Facialis vorliegt.

Wohl besteht noch eine andere Möglichkeit, das verschiedene Verhalten der Innervation des Muskels C_2mv bei Selachiern und *Ceratodus* zu erklären. Es ist nämlich denkbar, dass, während C_2mv der Selachier allein aus dem motorischen Materiale des Facialis-Gebietes angelegt und aufgebaut worden ist, der Muskel bei *Ceratodus* auch seine Bausteine aus dem motorischen Materiale des Kiefer-Bogens (Trigem. III) entnommen habe. In diesem Falle wäre der motorische, für C_2mv bestimmte Ast des Trigeminus in der That auch ein Theil des letzteren, und wäre kein diesem angeschlossener Facialis-Ast. Es würde bei C_2mv der Haie und *Ceratodus* dann um Bildungen sich handeln, welche M. FÜRBRINGER als imitatorisch-homologe bezeichnete.

Dem Muskel als solchem ist nicht anzusehen, ob er dem Facialis- oder ob er dem Trigeminus-Gebiete zugehöre. Dies kann entweder aus dem Verhalten der

Nerven oder auf ontogenetischem Wege erschlossen werden. Für die typisch-imitatorisch-homologen Muskeln der Gliedmaassen der Wirbelthiere lieferten die Bestimmungen der Nerven untrügliche Resultate.

Da in der Kiefer-Zungenbein-Bogen-Gegend jene Momente nicht wirksam sind, welche an den längs des Achsenskeletes sich verlagernden Gliedmaassen je benachbarte Myomeren zur imitatorischen Neubildung heranziehen, da ausserdem keine anderen Erscheinungen auf einen imitatorischen Umwandlungsprocess zwischen Facialis- und Trigeminus-Gebieten hindeuten, andererseits aber, wie bekannt, der ganze Facialis dem Trigeminus interkranial verbunden sein kann, so müssen wir vorderhand von jener Möglichkeit einer Erklärung durch imitatorische Umbildung absehen. Aber selbst wenn eine solche Erklärungsweise einmal an Raum gewinnen sollte, so würde C_2mv von *Ceratodus* dennoch bei einer vergleichend-anatomischen Behandlung des Facialis-Gebietes Platz finden müssen, weil dieses den Ausgangspunkt für die Möglichkeit einer imitatorischen Umwandlung abgegeben hätte.

Was hier über *Ceratodus* ausgesagt wird, trifft für alle anderen Wirbelthiere zu, bei denen C_2mv einen Ast des Ram. III n. trigemini bezieht. Das ist aber bei *Protopterus*, bei Amphibien, Reptilien und bei Säugethieren der Fall. Bei ihnen hat sich aus dem einfachen Muskel der Selachier und *Ceratodus* die oft reicher gegliederte „Mylo-hyoideus-Gruppe" gebildet, deren Nerven, im R. mylo-hyoideus des N. mandibularis verlaufend, wir eine portio facialis des Ram. III trigemini heissen.

Die Darstellung des Sachverhaltes bei Dipnoern hat durch diese Betrachtung unterbrochen werden müssen, weil sie die Berechtigung für die in den folgenden Blättern vorgenommene Disposition der Materie abgiebt. Der intermandibulare Muskel C_2mv wird auch weiterhin als dem Facialis-Gebiet zugehörig betrachtet. Der ihn versorgende Nerv verliert seine Heimathsberechtigung nicht, trotzdem er dem benachbarten Trigeminus inniger sich verbunden zeigt.

Der Nervenstamm, welcher den Schädel hinten an der Seitenfläche und, wie bei allen Ganoiden, unter der Artikulationsstelle des Hyo-Mandibulare (van Wijhe verlässt, enthält Aeste, welche mit dem R. posttrematicus der Selachier übereinstimmen. Er kann nur mit einem solchen in Vergleich gestellt werden.

Zunächst löst sich vom Stamme ein zarter, aber weite Gebiete versorgender Ast ab. Derselbe zieht in der Nähe des Cranium an der Innenfläche der Kiemen-Deckel-Falte dorsalwärts; er ist von dem postkranialen Knorpelstückchen anfangs bedeckt, erreicht hinter diesem die Aussenfläche des Operkular-Muskels, längs dessen dorsaler Grenze er rückwärts verläuft. Dieser dorsale Ast löst sich im M. cr. op. und in C_2d auf (Figg. 17, 18).

Der Stamm wendet sich am hinteren Rande des Schädels ventralwärts. Seine Aeste verzweigen sich in der Gegend der Mandibula mit dem Hyoid-Bogen. Er dürfte demgemäss dem R. hyoideus s. R. post. (einem Trunc. hyoideo-mandibul.) der Selachier entsprechen. Er enthält sensible und motorische Elemente. Anfangs von der Knorpel-Platte *Hy-Md.* bedeckt (vergl. auch v. Wijhe), wird der Stamm ventral zwischen letzterer und dem Schädel auf den Figg. 18 u. 23 erkennbar. Hier zerfällt

der Nerv in vier Aeste, von denen zwei sicher rein sensible Nerven sind und am Integument sowie an der Schleimhaut der Kiefer-Zungenbein-Gegend sich verbreiten. Ein Ast durchbohrt das Quadratum und durchdringt den Kiefer, der Schichte C_2mv vielleicht Zweige zuführend. v. WIJHE lässt den Facialis in einen R. hyoideus und einen R. mandib. sich theilen. Letzterer zerfällt nach dem Autor wieder in einen R. ext. und einen R. int. Der äussere Ast ist der zwischen dem Lig. hyoideo-mandib. und dem Lig. suboperc.-mandib. ventralwärts bis zur Symphyse ziehende, während der R. int. das Squamosum durchsetzt. Ich übernehme diese Bezeichnungen der Aeste nicht, da wir mit solchen nicht weiter kommen. Die Hauptsache bleibt für uns vorderhand die strenge Unterscheidung von motorischen und sensiblen Nerven, sowie von deren Endgebieten. Diese Merkmale fanden aber keine Berücksichtigung bei der Eintheilung der Nerven-Aeste durch jenen Autor, sodass auch der wichtigste, motorische Ast ganz ausser Acht gelassen werden konnte.

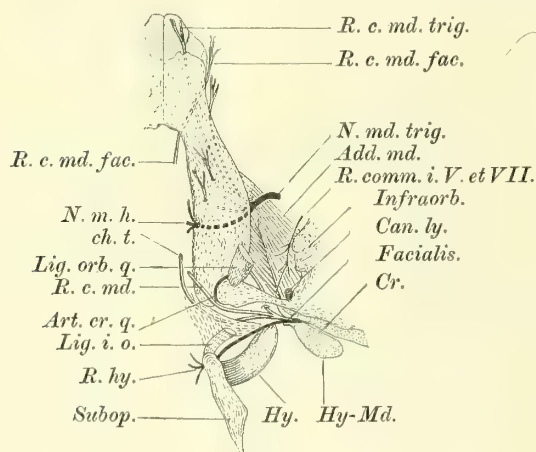


Fig. 23.

Mandibula, Quadratum, Hyoid und die oberflächlichen Kiefer-Muskeln sind (*Add. md.*) von der ventrolateralen Seite aus gesehen (vgl. Fig. 22). *Ceratodus.* $1/2$.

Der ventrale, mit seinen Aesten vor- und rückwärts verlaufende Nerv der vier Zweige ist motorischer Natur. Er liegt der Aussenfläche des Hyoids auf, gelangt dann zwischen letzterem und Suboperculum, resp. dem Lig. subop.-mandib., auf dem ventralen Abschnitte von C_2vd und auf C_2hv zur Verbreitung. Die Figg. 17 und 19 zeigen die Verbreitungsart[1]). Dieser Nerv sollte dem R. hyoideus eines Trunc. hyoideo-mandib. zugezählt werden müssen. Caudalwärts verfolgbare Aeste, sowie medianwärts gerichtete bieten nichts Besonderes dar. Ein starker, oralwärts ziehender Ast jedoch ist in seiner Endverbreitung von mir nicht hinreichend genau erkannt worden. Ich glaubte Fäden in den hinteren Rand des intermandib. Muskels C_2mv eindringen zu sehen. Ausserdem besteht eine Anastomose mit dem Nerven, welcher nach der Durchbohrung des Unterkiefers an dessen Unterrand zum Vorscheine kommt (N. m. h.), um ausser Hautästen auch Zweige an C_2mv zu entsenden (Fig. 19). Dieser die Mandibula perforirende Nerv empfängt, wie es scheint, Zufluss aus dem Trigeminus und aus dem Facialis.

Er ist der zweite, in Betracht kommende, motorische Ast des N. facialis. Insofern er motorische Elemente vom Ram. III trigemini empfängt, hat er als eine Portion des Letzteren zu gelten. Er bezieht andererseits, wie es scheint, vom Facialis

1) STANNIUS, beschreibt den Verlauf des R. hyoideus der Knochen-Fische in ähnlicher Weise. Der Nervenast lagert zwischen Interoperkulare und Zungen-Bein-Bogen, von wo aus er auch Zweige zur Innenfläche des Suboperculum und des Interoperculum entsendet.

den das Quadratum durchsetzenden vorderen Ast und durch diesen Ast vielleicht auf direktem Wege motorische Facialis-Aeste. Mit sensiblen Elementen reichlich versehen, betritt er den oberen Rand der Mandibula (Fig. 23), durchsetzt diese zwischen dem Belegknochen und dem Meckel'schen Knorpel in nahezu senkrechtem Verlaufe und kommt, 0,5 cm vom aboralen Rande der Schichte C_2mv entfernt, auf der Ventralfläche des Muskels zur Verbreitung, an ihn sowie an das Integument Zweige abgebend. Ein Ast, welcher den Stamm des Facialis unter dem Hyo-Mand. verlässt, darauf das Quadratum durchsetzt und am oberen Rande des Unterkiefers ebenfalls zwischen Meckel-schem Knorpel und Belegknochen (Artikulare) in den Kiefer eindringt, scheint mit dem „Trigeminus"-Aste eine Verbindung einzugehen. Ich habe es jedoch nicht sicher feststellen können. Aus der Darstellung v. Wijhe's (S. 301, Fig. 14) dürfte solches jedoch angenommen werden können. Der in Betracht kommende Facialis-Ast ist als Ram. int. eines R. mandibularis durch v. Wijhe bezeichnet. Er durchsetze das Squamosum und werde im Verlaufe durch den Unterkiefer aussen durch das Derm-Artikulo-Dentale bedeckt. Vier andere, sensible Aeste nehmen einen selbstständigen Verlauf durch den Unterkiefer (Fig. 23). Sie waren aus Ram. III trigemini verfolgbar. Die Austrittsstellen der vier Nerven aus dem Unterkiefer fallen in eine Linie der oberen Fläche des Letzteren, welche nahezu sagittal verläuft. Der vorderste Nerv verlässt nahe der Symphyse den Kiefer. Im Skelete liegen die Nerven zwischen dem centralen Knorpel und dem lateralen Deckknochen, dem Dentale. Auf Fig. 22 wird die Austrittsstelle des N. m.-h. zwischen Knorpel und Deckknochen erkennbar.

Die Verbreitungsart des Trunc. hyoideo-mandibul. von *Ceratodus* stimmt mit derjenigen der Squaliden in den Hauptpunkten überein. Dorsale und ventrale Aeste nehmen zum Skelet und zur Muskulatur gleiche Lagerung ein. Der Tr. hyoid.-mand. ist jedoch um den Nervenast für einen Theil von C_2mv oder gar um den Nerv für den ganzen Muskel geschwächt.

Die Muskulatur, welche bei *Ceratodus* vom N. facialis sowie von der Portio facial. nervi trigemini innervirt ist, lässt sich von Einrichtungen bei Squaliden unschwer herleiten.

2. *Protopterus annectens.*

In der Kiemen-Deckel-Falte, welche bis zum Schulter-Gürtel auch bei *Protopterus* sich ausdehnt, befinden sich zwei operkulare Skelettheile. Dieselben sind in sehr ähnlicher Weise wie bei *Ceratodus* gelagert und in einer entsprechenden Art mit dem Schädel und der Mandibula verbunden. Sie werden desshalb unter gleicher Benennung wie bei *Ceratodus* aufgeführt werden dürfen. Nach Maassgabe dieser Umstände wird die Muskulatur des Facialis-Gebietes ebenfalls in grösserer Uebereinstimmung mit derjenigen bei *Ceratodus* vorgefunden. In ventralen Regionen bestehen Differenzen. Dieselben sind aber keine tiefer eingreifenden, da alle Muskel-Schichten sich auf ein-

ander zurückführen lassen. Im Ventralgebiete hat sich bei *Protopterus* eine primitive Innervations-Weise des intermandibularen Muskels C_2mv erhalten.

Die grössten Umwandlungen haben sich an der ventralen Grenze des Vorraumes der Kiemen-Höhle bei *Protopterus* eingestellt. Dieser Raum ist im Vergleiche zum weiten Raume bei *Ceratodus* langgestreckt und nur von geringer dorso-ventraler Ausdehnung. Verhält sich die Längen- zur Höhen-Ausdehnung bei *Protopterus* wie 2 : 1, so kehrt sich diese Relation zwischen den Durchmessern bei *Ceratodus* um. Bei *Protopterus* ist jener Vorraum auf die Seitenfläche des Körpers beschränkt, indessen er bei *Ceratodus* auf die ventrale Körperseite sich ausdehnt.

Dieses verschiedene Verhalten steht im Verbande mit der verschiedenen Breite der Basalfläche, welcher die Flosse verbunden ist. Die Fläche ist hier schmal, dort weit ausgedehnt. Ventral heftet sich die Kiemen-Deckel-Falte in der Nähe der Flossen-Basis fest. Fällt diese Festheftungslinie bei *Ceratodus* stellenweise selbst mit dem Ventralrande des Operkular-Muskels zusammen (Fig. 19), so liegt jene ventrale Anheftung der Kiemen-Deckel-Falte bei *Protopterus* an der Seite des Körpers, und zwar so, dass ein dorsaler, operkularer Abschnitt und eine ventrale Portion des Muskels C_2 unterscheidbar werden. Beide Abschnitte sind sogar deutlichst von einander abgesetzt.

Ein anderer Faktor tritt bei *Protopterus* neu in die Erscheinung. Es handelt sich um die Ausbildung eines besonders kräftigen Muskels für den Unterkiefer-Winkel. Dieser Muskel hat sich aus denjenigen Bündeln geformt, welche bei Selachiern von der Dorsalaponeurose zum hinteren Ende des Unterkiefers verlaufen. Bei *Ceratodus* wird ein solcher Muskel völlig vermisst. Er erlangt eine ganz besondere Bedeutung, weil er bei höheren Formen (Amphibien, Reptilien) ebenfalls besteht und als ein Erbstück von gemeinsamen Stammformen sowohl für *Protopterus* als auch für die Letzteren betrachtet werden darf.

In einigen, allerdings wichtigen Punkten hat *Protopterus* Primitives sich bewahrt. Andererseits treten bedeutsame Fortschritte in dessen Organisation zu Tage. Diese Umstände erfordern eine besondere Behandlung auch dieses Vertreters der Dipnoer.

1. C_2vd. Eine aus dorso-ventral durchlaufenden Fasern bestehende Portion besteht bei *Protopterus* nicht; es ist die Zerlegung einer solchen in eine dorsale C_2d und in eine ventrale Platte C_2v erfolgt. C_2d ist von C_2v durch eine sehnige horizontale Linie abgegrenzt, welche vom Unterkiefer-Winkel, zuerst dorsal-, dann direkt caudalwärts gerichtet ist. Das aborale Ende der Sehne befindet sich ventral von der Extremität. An C_2d schliesst sich vorn C_2md an. C_2v reiht sich an C_2hv unmittelbar an (Figg. 24, 25).

Der Ursprung von C_2d fällt in die horizontale Genzlinie der dorsalen und ventralen Rumpf-Muskulatur. Der Beginn liegt in der Nähe des Schädels, das caudale Ende in der Ebene des dritten, dorsalen Lig. intermusc. Die Länge der Ursprungsfläche beträgt 3,5 cm.

Die Fasern verlaufen ventralwärts; sie schliessen hinten an dem Rande der

Kiemen-Deckel-Falte an. Oralwärts ändert sich der Verlauf allmählich in einen schrägen um, indem die Fasern dem Kiefer-Winkel zustreben.

Die Anheftung findet am Sehnen-Strange statt, welcher bauchwärts von der Brustflosse anhebt und, nach vorn ziehend, am hinteren Rande des Suboperculum Befestigungen findet. Dieses nimmt die oralwärts angeschlossenen Bündel auf. Die vordersten Elemente, welche der Portion C_2d zuzurechnen sind, finden am Suboperculum, etwa 1 cm von dessen vorderer Ecke entfernt, Anheftung (Figg. 26, 27).

Die dem freien Randtheile der Operkularfalte aufliegende Portion ist im Ursprunge von der Hauptmasse getrennt; sie nimmt eine tiefere Lage ein (Fig. 24).

Die vorderste Gruppe dorsaler Bündel, 0,7 cm breit, ist durch Anheftung an die dorsale, hintere Ecke des Operculum wiederum in zwei Abschnitte getheilt, von denen der dorsale Theil

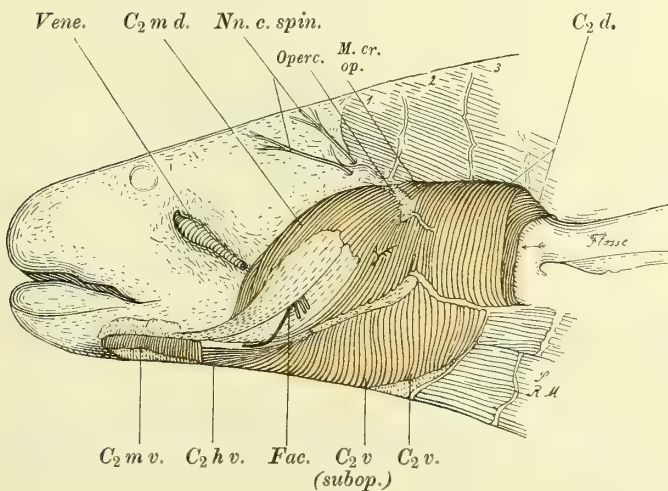


Fig. 24.

Seitliche Ansicht von Kopf und Kiemen-Deckel von *Protopterus*. $^2/_3$.

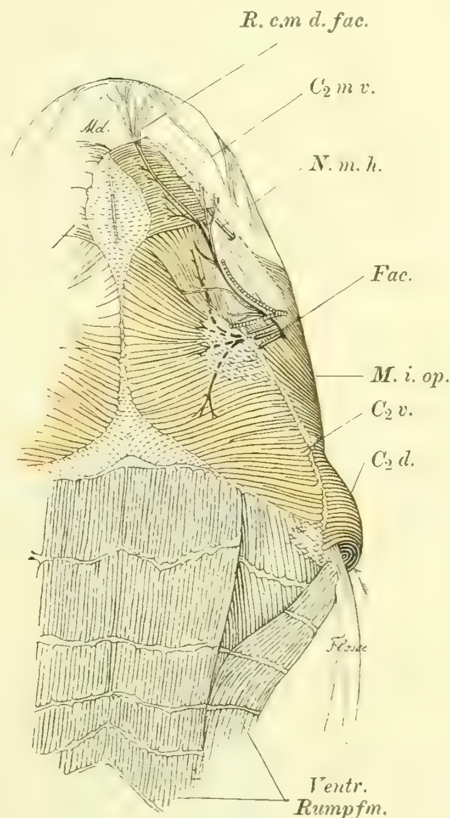


Fig. 25.

Ventralansicht des Kopfes und des vorderen Rumpf-Abschnittes von *Protopterus*. $^2/_3$.

dem Musc. cranio-opercul., der ventrale Abschnitt aber dem Musc. interopercularis von *Ceratodus* entspricht.

Der M. interoperc. ist bei *Protopt.* geschichtet. Die oberflächliche Lage ist an die dorsale Zwischensehne geheftet und stellt den vorderen Abschnitt von C_2d dar. Die tiefe Schichte dehnt sich zwischen Operc. und Suboperc. aus (Fig. 26). Die Zwischensehne setzt sich von der dorsalen Ecke des Operc. 7 mm in aboraler Richtung fort und zerlegt alle Bündel, welche am Suboperculum Anheftung finden, in eine dorsale und in eine ventrale Portion (Fig. 24).

Durch den Nachweis der Existenz eines M. cranio-operc. und eines M. interoperc. bei *Cerat.* und bei *Protopt.* ist auch die Handhabe eines genaueren Vergleiches gewonnen.

Bei *Cerat.* nimmt eigentlich der ganze, hinter dem Kiefer-Bogen gelegene Muskel C_2vd am Aufbaue eines operkularen Gebildes Antheil; er lässt sich dabei in einen dorso-ventral durchlaufenden, aboralen und in einen vorderen Muskel scheiden, welcher wiederum in einen dorsalen und in einen ventralen Abschnitt zerlegbar ist. Der dorsale Theil bildet den M. cranio-opercularis und den M. interopercularis.

Der Dorsaltheil C_2d sonderte sich bei *Protopt.* von C_2v völlig ab, um einen Kiemendeckel-Muskel zu bilden, wobei seine vordere Partie wie bei *Cerat.* in den kranio- und interoperkularen Abschnitt zerfiel. C_2v wurde also nicht in die Bildung eines Kiemendeckel-Muskels hineinbezogen.

Die ventrale Platte C_2v bleibt der dorsalen demnach angeschlossen; ihre Bündel heften sich am Suboperculum und an jener rückwärts ziehenden Zwischensehne fest (vgl. Figg. 24, 25). Die vordersten Elemente schliessen etwa mit dem Suboperculum ab, empfangen aber in einer kräftigen, ventralen Sehnen-Platte neue Ursprungsstätten (Fig. 25). Hier reihen sich stattliche Portionen an, welche am Hyoid entstehen und somit einer tieferen Schichte C_2hv entsprechen (Fig. 28).

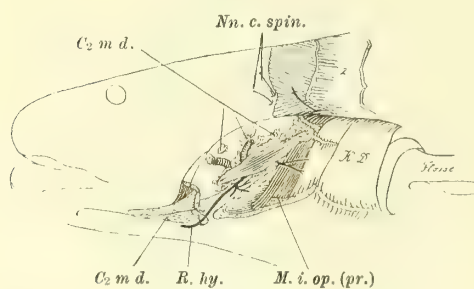


Fig. 26.

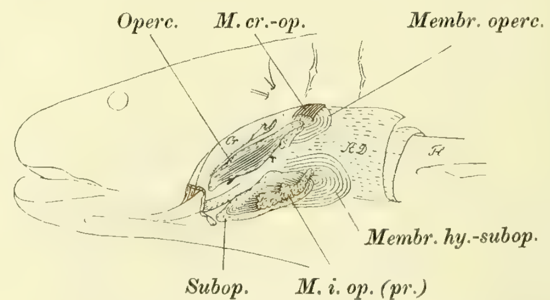


Fig. 27.

Seitliche Ansichten der Kopf- und Kiemen-Deckel-Region von *Protopterus*. $^1/_2$. Es sind die zu den Operkularstücken in nähere Beziehung getretenen Muskelfasern dargestellt.

C_2v findet ähnlich wie bei *Cerat.* eine ventrale, bis zur Medianlinie gehende Ausdehnung. Hier schliessen die beiderseitigen Gebilde eine Strecke weit an einander, trennen sich aber oral und aboral mit ihren medialen Rändern. Auf diese Weise lagert sich an der entsprechenden Stelle je eine mediane Sehnen-Platte ein. Der aborale Muskelrand zieht von der Flossen-Gegend vor- und medianwärts. Hinten sind die Flossen quer, vorn mehr und mehr schräg gerichtet; sie schliessen sich den fast sagittal gestellten, hyoidalen Elementen an[1]).

Die Wirkung von C_2mv wird sowohl auf eine Spannung des Mundhöhlen-Bodens als auch auf die Verengerung des Kiemendeckel-Raumes hinzielen können. Letzteres wird natürlich nur im Verbande mit C_2d zur Ausführung kommen können.

1) J. G. Fischer beschreibt als „M. mylo-hyoideus post." von *Protopterus* einen Muskel, welcher die Bestandtheile von C_2v und C_2hv in sich fasst. Er findet ihn in ganz ähnlicher Anordnung, wie sie Hyrtl bei *Lepidosiren* wahrgenommen habe. Die von den Ventralflächen des Zungenbein-Hornes und des an dasselbe eingelenkten Rudimentes des unteren Kiemen-Deckelstückes entstehenden Portionen des „Mylo-hyoideus post." vereinigen sich zu einem einheitlichen Muskel, dessen vordere Fasern, oralwärts divergirend, über den „Mylo-hyoideus ant." (C_2mv) sich ausbreiten (1864 S. 46.)

Die operkularen Skelet-Stücke sind bei *Protopt.* von C_2d bedeckt; nur ihre Randstücke durchbrechen gelegentlich den operkularen Muskel. Bei *Ceratodus* zeigten die knorpeligen Radien-Platten ein entsprechendes Verhalten zum letzteren, indem die Knochenstücke den Muskel bedeckten. Knorpelreste habe ich bei *Protopt.* nicht wahrnehmen können. Es erhebt sich daher die Frage, welche Stücke beider Formen einander homolog seien. Bei der Lösung wird die Lage-Beziehung zur Muskulatur nicht ganz ausser Acht gelassen werden können. Als ausschlaggebend wünsche ich sie indessen nicht ohne Weiteres zu bezeichnen; denn es werden auch andere Instanzen in Betracht zu ziehen sein. Nach der Lagerung der Skelettheile zur Muskulatur wäre das Operculum von *Protopt.* der dorsalen Radien-Platte von *Ceratodus* gleichwerthig. Die submuskulare Lage des knöchernen Skelettheiles bei *Protopt.*, sowie diejenige der knorpeligen Radien-Platten bei *Ceratodus* fallen mit einem primitiven Verhalten fraglos zusammen. Die operkularen Knochenstücke von *Ceratodus* werden als Hautknochen von aussen dem Muskel sich aufgelagert und ihn streckenweise vernichtet haben. Schwierig bleibt die Entscheidung bei *Protopterus*. Die Annahme derjenigen Forscher, welche die Kiemen-Strahlen bei der Entstehung der operkularen Skelettheile Antheil nehmen lassen, bleibt vollauf berechtigt. Die Bildung scheint aber eine verschiedenartige zu sein. „Dass Kiemen-Strahlen an der Bildung des Operculum theilgenommen haben, ist wahrscheinlich durch das Vorhandensein von Knorpel in seiner Gelenk-Pfanne bei *Protopterus*, und unter den Dipnoi durch die Knorpel-Stückchen, welche bei *Ceratodus* an seiner Innenfläche gefunden wurden.“ (v. Wijhe. 1881. S. 309.) Der Hinweis, dass knorpelige, zuweilen verzweigte Stücke bei den Selachiern an Stelle des knöchernen Skelets sich vorfinden, welche dem Zungenbein-Bogen als Kiemen-Strahlen ansitzen, sichert jene oben angedeutete Annahme (vgl. Gegenbaur. 1878. Seite 479 u. a. o.)

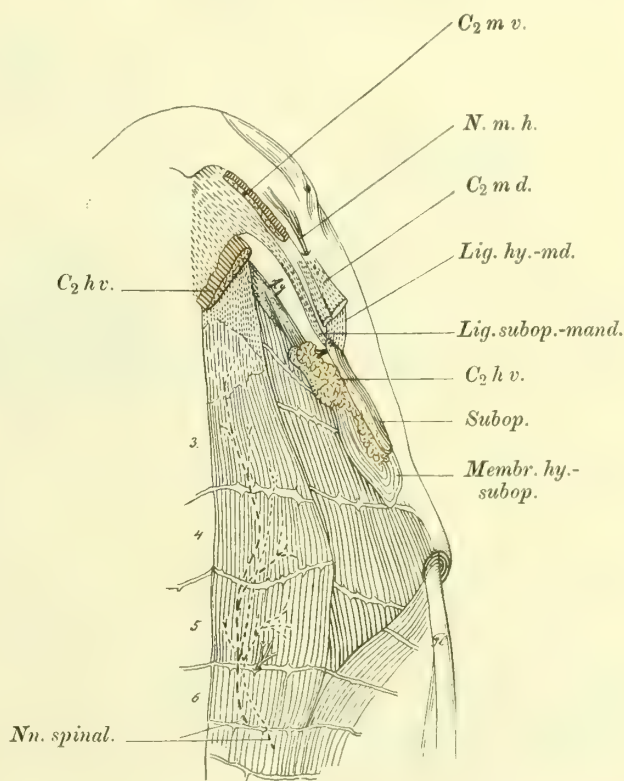


Fig. 28.

Ventrale Ansicht der Kopf-Rumpf-Gegend von *Protopterus*. 2/3. Die auf Fig. 25 dargestellten Muskeln sind bis auf ihre Anheftungsstellen abgetragen. Die spinale Längsmuskulatur tritt in ihrem Uebergange in die ventrale Rumpf-Muskulatur zu Tage, ebenso die von letzterer zur Gliedmaasse abgespaltene Portion.

Den hinteren Rändern von Operc. und Suboperculum fügt sich bei *Protopterus* je eine derbe und gegen die Umgebung ziemlich scharf abgesetzte Faserplatte an,

welche, caudalwärts ca. 1 cm ausgedehnt, der Kiemen-Deckel-Falte eine festere Unterlage verleiht (Fig. 27). Eine ähnlich kontourirte Faser-Platte war bei *Ceratodus* der ventralen Radien-Platte angeheftet (Fig. 18). Diese Uebereinstimmung dürfte wohl eine Stütze für die Ansicht abgeben, im Suboperc. von *Protopt.* den verknöcherten Radien-Komplex von *Cerat.* anzunehmen. Dann müsste aber das knöcherne Suboperc. von *Cerat.* als neu hinzu gekommener Deckknochen betrachtet werden, welcher den Muskel zur lokalen Reduktion veranlasste, indem er ihm neue Anheftungspunkte gewährte.

Das Operculum ist bei *Protopterus* langgestreckt, spindelförmig. Seine Aussenfläche ist stark vertieft. Es ist mit der Längsachse schräg, dem hinteren Schädel-Rande fast parallel gerichtet. In der Nähe des Kiefer-Gelenkes ist der Skelettheil

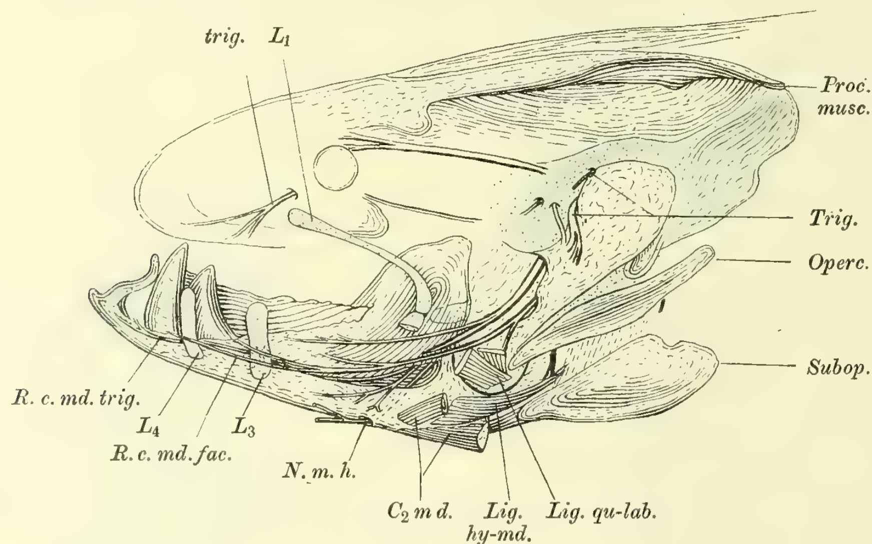


Fig. 29.

Seitenansicht des Schädels von *Protopterus*. $^1/_1$. Nach Entfernung der Muskulatur konnten Nerven und Skelettheile in ihrer natürlichen Lage zu einander dargestellt werden. Der Unterkiefer läuft vorn in einem knorpeligen Fortsatz aus.

dem Quadratum hinten beweglich verbunden. Da die Anheftungsstelle mit derjenigen übereinstimmt, welche das als Hy-Md. bei *Ceratodus* bezeichnete Knorpelstück einnimmt, da ausserdem der N. facialis bei beiden Formen von den bezeichneten Skeletstücken bedeckt wird, so sind die letzteren vielleicht auch gleichwerthig. Hiernach entspräche dann das bei *Protopterus* in der Kiemen-Deckel-Falte gelegene Operculum einem verknöcherten Hyo-Mandibulare. Es bleibt, wie mir scheint, gerechtfertigt, die strenge, gegenseitige Homologie der gleichbenannten Operkularstücke bei den Dipnoern anzuzweifeln.

Das als Suboperculum zu bezeichnende Stück entbehrt bei *Protopt.* ebenfalls der knorpeligen Unterlage und konnte demgemäss, da es auch vom Muskel bedeckt ist, mit der knorpeligen, ventralen Radien-Platte von *Ceratodus* in genetischen Verband gebracht werden. Das Suboperc. ist ein platter, nahezu dreieckiger Skelettheil.

Seine vordere Ecke ist gegen den Kiefer-Winkel gerichtet, mit diesem durch ein starkes Lig. subop.-mand. verbunden, welches wie bei *Ceratodus* längs der ventralen Fläche der Mandibula weit nach vorn sich ausdehnt. Der untere, konvexe Rand des Skeletstückes ist verdickt, bildet einen aboral gerichteten Wulst, welcher die vertiefte Aussenfläche begrenzt. Zwischen dem dorsalen Rande und dem Operc. ist ein Lig. interoperc. ausgespannt. Die Figuren 27 und 29 geben die natürliche Lagerung der Skelettheile zu einander wieder.

Die Operkularknochen von *Protopt.* sind auch als rudimentäre Bildungen aufgefasst worden (vgl. Wiedersheim. 1893. S. 111). Die reichen Beziehungen der Muskulatur zu denselben sprechen nicht ohne Weiteres gegen diese Ansicht. Bei *Ceratodus* hätten sich mit der Reduktion zugleich auch wieder primitive Zustände eingestellt, welche eine Art Neotenie bedeuten würden.

C_2h ist bei *Protopt.* durch einen zarten, dorsalen Muskel (C_2hd) und durch eine kräftige, ventrale Platte vertreten, welche an C_2v angeschlossen ist.

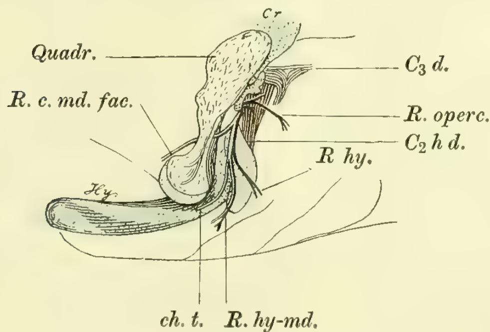


Fig. 30.

Seitliche Ansicht des Hyoids und des Quadratum von *Protopterus*. 2/3. Der Facialis ist in seiner Lagerung zum Quadratum und Hyoid erkennbar. Der R. opercularis entsendet Zweige zu C_2hd. Der zum 1. Branchial-Bogen ziehende Muskel C_3d bildet die Nachbarschaft zu C_2hd.

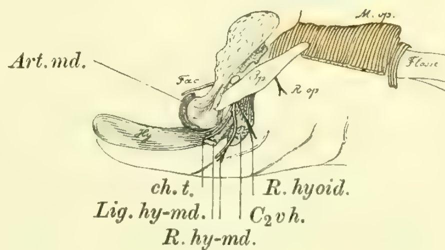


Fig 31.

Seitliche Ansicht des Quadratum, Hyoids und der Facialis-Verbreitung von *Protopterus*. 1/2.

2. C_2hd (Fig. 30). Die Ursprungsfläche des Muskels breitet sich über die knorpelige Labyrinth-Gegend des Schädels aus. Hintere Bündel werden von aussen theilweise durch einen zum ersten Kiemen-Bogen gehörigen Muskel C_3d bedeckt. Von der am Ursprunge 8 mm breiten Basis des dreieckigen und mit drei Portionen entstehenden Muskels ziehen die Bündel konvergirend zum aboralen Rande des Hyoid-Bogens. Der N. facialis tritt vor C_2hd über die Aussenfläche des Zungenbein-Bogens ventralwärts. Ein R. opercularis kreuzt in seinem caudalwärts gerichteten Verlaufe die Aussenfläche von C_2d. Der Muskel ist seiner Ausdehnung gemäss ein kranio-hyoidaler, seiner Wirkung nach ein Heber des Zungenbein-Bogens.

Die Lage von C_2hd zum Facialis stimmt genau mit dem Verhalten bei Haien überein.

Bei *Ceratodus* ist ein ähnlicher Muskel nicht erhalten geblieben. *Protopterus* hat also ein primitives Glied des Facialis-Gebietes bewahrt.

3. C_2hv (Figg. 25, 28) entsteht an der Unterfläche des Hyoids, im Anschlusse an die suboperkularen Elemente von C_2v. Die Ursprungsbündel bedecken das Hyoid am Uebergange des ventralen Stückes in das dorsale. Hier ist das Hyoid ähnlich wie bei *Ceratodus* mit einer starken, ventral vorspringenden Knorpel-Leiste ausgestattet (Figg. 28, 30, 39).

Die aus den Hyoidbündeln sich formende Muskel-Platte schiebt sich medial vom Kiefer mit sagittal gestellten Fasern vorwärts (Fig. 25). Die Anheftung an eine aponeurotische, derbe, hinter der Symphyse der Mandibula ausgebreitete Membran erfolgt in einer schrägen Linie, welche von der Medianlinie ausläuft und nach vorn und aussen gerichtet ist (Fig. 28). Die laterale Insertionsgrenze bleibt 8 mm von der Medianlinie entfernt.

Die tiefere Lage der ventralen Hyoid-Portion kommt nahe ihres Ursprunges als selbstständige Lage zum Vorschein. Entfernt vom Ursprunge ist sie zugleich sammt der oberflächlicheren Schichte von C_2hv zu einer einheitlichen Masse mit C_2v verschmolzen. Hierin stimmt *Protopt.* mit *Ceratod.* überein (vgl. Fig. 19).

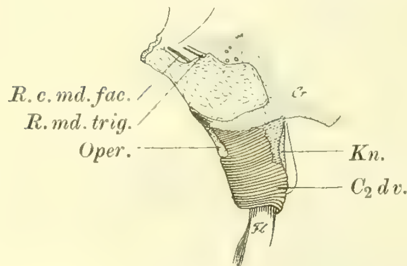


Fig. 32.
Dorsal-Ansicht des hinteren Abschnittes des knorpeligen Cranium des Quadratum und der Ursprungs-Portion des Operkular-Muskels. *Protopterus* 1/2.

Die Wirkung des paarigen Muskels ist durch die Anheftung an die intermandibulare Aponeurose und vermittelst dieser an die Symphyse des Kiefers in sichere Bahnen gewiesen. Ist der Unterkiefer fixirt, so kann der Hyoid-Bogen durch den Muskel vorwärts bewegt werden. Nach stattgehabter Fixation des Hyoid-Bogens wird jedoch der Unterkiefer zur Mund-Oeffnung ventralwärts bewegt werden können. C_2hv vermag ausserdem gemeinsam mit C_2v in den Dienst des Spannnervs des Mundhöhlen-Bodens gestellt zu werden.

Die Kiefer-Bogen-Portion C_2m (Figg. 24, 25, 26, 28 u. 29).

4. Die dorsale Muskel-Platte C_2md, welche bei *Ceratodus* vermisst wird, besteht bei *Protopt.* in einem sehr stattlichen Muskel. Es handelt sich bei ihr um Elemente mit dorsalem Ursprunge am Schädel, mit der Insertion am Unterkiefer-Winkel. Es besteht also hier ein kranio-mandibularer Muskel. Das Quadratstück des Oberkiefers hat mit der Beweglichkeit auch seine Muskelbündel eingebüsst. Der kranio-mandibulare Muskel von *Protopterus* darf demgemäss auch nur mit einer gewissen Einschränkung als C_2md bezeichnet werden. Es handelt sich um die mächtige Ausbildung derjenigen Muskelbündel, welche bei Haien in der Gegend des Kiefer-Gelenkes die Horizontalsehne zum Ansatze aufsuchen und auf die Mandibula wirksam werden (vgl. Fig. 1).

Der kranio-mandibulare C_2md bewirkt Herabziehen des Unterkiefers, Oeffnung der Mund-Spalte. Er ist also ein Depressor mandibulae. C_2d tritt als Synergist in-

soweit auf, als seine Elemente durch die suboperkulare Anheftung vermittelst des Lig. suboperc.-mandib. Beziehung zur Mandibula erhalten.

Der kräftige C_2md schliesst sich an C_2d unmittelbar an (Fig. 23), was auch für alle Haie zutrifft. Der Breitendurchmesser des Muskels beträgt 1,8 cm. Auf der Aussenfläche von C_2md breitet sich vom Kiefer-Winkel aus die Insertionssehne bis über zwei Drittel der Länge aus, ein Zeichen der funktionellen Bedeutung.

Der Muskelbauch ist durch einen, ihn durchsetzenden, gemischten Ast des N. facialis streckenweise in eine vordere und in eine hintere Portion gespalten (vgl. Figg. 24—26).

Das specielle Verhalten von C_2md ergiebt sich aus den Abbildungen. Die Ursprungsbündel bedecken weite Flächen; sie gehen von den rauhen Rändern des Operculum aus, heften sich an die dorsale, operkulare Zwischensehne fest und nehmen ein derbes Fascienblatt in Anspruch, welches C_2md von der Trigeminus-Muskulatur scheidet und Beiden zugleich Ursprungsflächen darbietet. Auch der hintere, dem Operc. benachbarte Rand des Schädels lässt Bündel entstehen. Zwei starke, venöse Gefässe, vom Integumente stammend, dringen an der Grenze des Trigeminus- und Facialis-Gebietes zwischen Schädel und Operc. in die Tiefe (Fig. 26). Die der Aussenfläche zustrebenden Bündel finden hier an der Endsehne Aufnahme. Die cylindrische Sehne einer kräftigeren, aboralen Portion schiebt sich zur Ventralfläche des Kiefer-Winkels vor, wo die Anheftung ventral vom Lig. hyo-mandib. stattfindet (Fig. 28). Die platte Endsehne eines schwächeren, vorderen Muskel-Abschnittes findet vor jenem Ligamente am lateralen, ventralen Randtheile statt.

Die hohe, funktionelle Bedeutung des kranio-mandibularen Muskels von *Protopterus* lässt sich aus dem grossen Volum ohne Weiteres begreifen.

Der Muskel erhält für *Protopt.* morphologischen Werth, weil ein entsprechendes Gebilde bei *Ceratodus* vermisst wird, andererseits aber bei Amphibien, Reptilien zu einem typischen Repräsentanten der Facialis-Muskulatur wird.

Protopterus lässt in dieser Hinsicht einen Anschluss an Amphibien vermuthen, welcher bei *Ceratodus* schlechterdings nicht besteht. Anklänge an ursprüngliche Einrichtungen, überall durchmischt mit hochgradigen Umformungen, zeichnen die Organisation sowohl von *Protopterus* als auch von *Ceratodus* unabhängig von einander aus. Es ist daher ausgeschlossen, die beiden Formen begründeter Weise in eine engste, verwandtschaftliche Beziehung zu bringen.

Der ventrale Muskel C_2mv stimmt in Lage und Anordnung wesentlich mit dem gleichartigen Gebilde bei *Ceratodus* überein. Er befindet sich in intermandibularer Lagerung[1]). Der genetische Anschluss an C_2v und C_2hv, der bei Selachiern besteht, ist ebenso wie bei *Ceratodus* auch hier völlig aufgegeben. In geringem Maasse bedeckt der Muskel wohl noch die primitive Zungenbein-Bogen-Portion C_2hv.

1) Hyrtl hat den homologen Muskel von *Lepidosiren paradoxa* einen M. mylo-hyoideus anterior geheissen (Ueber *Lepidos. par.* in den Abhandlungen der böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. Prag. 1845). J. G. Fischer hat den Namen für *Protopterus* übernommen (1864. S. 46.)

Die Anheftung an die ventrale Randfläche der Mandibula erfolgt in ca. 2 cm Ausdehnung mittelst einer sehr derben Sehnen-Membran, welche zugleich vom Perioste aus über die Ventralfläche des Muskels sich ausbreitet. Die Fleischbündel sind an der Medialfläche des Skeletes festgeheftet, und nur die aboralen Randfasern entstehen von jener Fascie. Die transversalen und medianwärts ziehenden Elemente bedecken das vorderste Ende von C_2hv und begeben sich zur medianen Aponeurose in einer von der Symphyse aboral- und lateralwärts ziehenden Linie (Fig. 25). C_2hv ist, bevor er sich bei ventraler Betrachtung unter die intermandibulare Platte einschiebt, an deren hinteren Rand durch Gewebsmassen fest verbunden. Dieser Umstand muss bei der gemeinsamen Wirkung beider Muskeln an Bedeutung gewinnen. Diese bei ventraler Betrachtung auftauchende, aber nur scheinbare Einheitlichkeit kommt in R. OWEN's bildlicher Darstellung von *Lepidosiren* zum Ausdruck[1]).

C_2mv wird durch einen Ast des Facialis innervirt (Fig. 25). Dieser Ast tritt zwischen den Portionen von C_2md zur Oberfläche und führt der Intermandibular- und Symphysen-Gegend ausserdem sensible Elemente zu. Mit Genauigkeit wurde die Innervation zu erforschen gesucht. Der bedeutsame Befund, der durch neue Untersuchungen kontrollirt werden sollte, stimmt mit dem bei Selachiern überein. *Protopterus* bewahrte demgemäss hier wiederum ein primitives Verhalten, welches *Ceratodus* aufgab, da der betreffende Muskel-Ast des Facialis als Portio facialis dem Ram. III Trigemini einverleibt wurde.

Protopterus erreicht durch die eigenartige Ausbildung von C_2md zu einem Depressor mandibulae, *Ceratodus* erreicht durch die Innervation von C_2mv Anschluss an höhere Formen in dem Sinne, dass gleiche, man darf sagen, specifische Einrichtungen bei ihnen angetroffen werden. Was die Innervations-Verhältnisse anbelangt, so muss ich wiederholen, dass erneute Untersuchungen nur erwünscht sein können, da auch eifrigstes Bemühen am je vorliegenden Materiale nicht immer zu definitiven Resultaten gelangen kann.

Motorische Aeste des N. facialis.

Der Facialis-Stamm dringt nach dem Verlassen des Schädels zwischen C_2hd und der Labyrinth-Region nach aussen, wo er, noch bedeckt vom Operculum, in seine Hauptäste zerfällt. Ein sensibler, vorderer Ast durchsetzt das Quadratum (Figg. 29—31) und zieht zur Seite des Unterkiefers (R. c. md. fac.). Drei starke, motorische Zweige verlaufen caudalwärts über den kranio-mandib. Muskel C_2md hinweg. Sie sind für die dorsale Gruppe C_2d, C_2md und C_2hd bestimmt. Ein stärkerer Zweig für den interoperkularen Muskel ist auf Fig. 26 erkennbar. Drei stärkere Aeste ziehen ventralwärts. Der eine ist zwischen Hyoid und Mandibula der Schleimhaut der Mund-Höhle zugetheilt (*ch. t.* der Figg. 30 u. 31). Der zweite, ventrale Ast ist gemischter Natur; er kommt am Ventralrande des Operculum zum Vorschein (Fig. 26); er durchsetzt C_2md und innervirt denselben. Darauf zieht der Nerv über die Endsehne jedes

1) R. OWEN, Description of Lepidosiren annectens. Trans. Linn. Soc. XVIII.

Muskels, sowie des Kiefer-Winkels zur Regio intermandib., welcher er sensible Zweige zutheilt und innervirt C_2mv. Sensible Fäden endigen median in der Nähe der Mund-Spalte (Fig. 25). Der dritte, ventrale Nervenast ist rein motorischer Natur; er gelangt zwischen Hyoid und Suboperc. (Fig. 28) zur Oberfläche von C_2v, wo er anfangs von einer derben, an das Suboperculum angehefteten Fascie (Fig. 25) 1) in einen vor-, 2) einen rückwärts ziehenden Ast und 3) in zwei medianwärts ziehende Zweige auf C_2hv und C_2v sich ausbreitet.

Welche Namen den motorischen Nerven zuertheilt werden, ist für unsere Betrachtungen zunächst von sehr untergeordneter Bedeutung. Der Verlauf in der Nähe vom Kiefer- und Zungenbein-Bogen ergiebt sich aus den Beziehungen der Muskulatur zu diesen. Die Vertheilung in dorsal und ventral heimathliche Zweige ist ebenfalls durch die Anordnung des motorischen Facialis-Gebietes geboten. Als bedeutsam muss die Innervation von C_2mv durch einen direkt vom Facialis sich abzweigenden Ast hervorgehoben werden, weil hierin eine tiefer eingreifende Verschiedenheit von *Ceratodus* zu Tage tritt, worüber auf S. 267—269 gehandelt ist.

e. Teleostei.

Zur Beurtheilung der hochgradigen Differenzirungen, welche im Muskel-Gebiete des Zungenbein-Bogens der Knochenfische stattgefunden hat, sind zunächst genaue Beobachtungen über die Innervation der Muskulatur der Teleostier selbst nothwendig.

Die grundlegenden Arbeiten VETTER's über die Muskulatur von *Esox lucius*, *Perca fluviat.*, *Cyprinus carpio* und *Barbus vulgaris* lassen uns auch hier nicht im Stiche. Das vorliegende Material gestattet uns ein eigenes Urtheil, welches in den meisten Punkten mit den epikritischen Bemerkungen jenes Autors zusammentrifft, oftmals jedoch auch nicht unerheblich davon abweicht. Unbestreitbar ist der Verband in der Organisation der Knochenfische mit derjenigen der Selachier, Holocephalen und Ganoiden (*Acipenser*) durch VETTER in verdienstvoller Weise aufgedeckt worden; aber die Kluft zwischen diesen Abtheilungen ist eine so grosse, dass die genauere Kenntniss der Einrichtungen von Ganoiden mir unentbehrlich erscheint, um einen tieferen Einblick in die Umwandlungen zu gewinnen, welche zum Teleostier-Zustande geführt haben.

Eine specielle Anknüpfung der Knochenfische an die Dipnoer ist nicht statthaft. Allgemeine Beziehungen walten zwischen ihnen in dem gleichen Grade vor, wie solche je zwischen ihnen und den Selachiern, Holocephalen sowie den Knorpel-Ganoiden bestehen.

1. Aus dem bei den Selachiern dorso-ventralwärts einheitlich durchlaufenden Bündelsysteme C_2vd haben sich streng lokalisirte, selbstständige Muskeln bei den Knochenfischen gesondert.

Der vielgegliederte, mächtige, knöcherne Operkular-Apparat hat am Kiemen-

Deckel mittlere und ventrale Bündel-Gruppen zu Grunde gehen lassen. Dorsale Abschnitte gewannen als Beweger des gesammten Kiemen-Deckels indessen Bedeutung. Aus ihnen ist der

Levator und Adductor operculi

hervorgegangen. Diese Muskeln entspringen am Schädel und greifen auch auf das Hyo-Mand. und Suprascapulare über. Das Operculum nimmt die Endsehnen der Muskeln auf. Der Levator operculi hat die oberflächliche Lagerung eines primitiven Constrictor-Abschnittes am meisten bewahrt; er ist direkt mit der dorsalen Portion des Operkular-Muskels von *Chimaera*, *Acipenser* und mit dorsalen Bündelmassen des operkularen Muskels der Dipnoer vergleichbar. VETTER weist auf die Uebereinstimmung des Levator operculi mit dem M. opercularis von *Acipenser* und mit dem Dorsaltheil der Zungenbein-Bogen-Muskulatur der Selachier hin (l. c. S. 532).

Die am Zungenbein-Bogen festgeheftete Portion des motorischen Facialis-Gebietes tritt bei Knochenfischen in einem selbstständigen, dorsalen und ventralen Gliede wieder auf. Der ventrale Muskel erscheint in grösster Mächtigkeit und in hoher Sonderung.

2. C_2hd ist durch den Adductor hyo-mandibularis vertreten und ist durch VETTER in zutreffender Weise mit dem morphologisch gleich charakterisirten Retractor hyo-mandibularis von *Acipenser* in Parallele gestellt worden (l. c. S. 532). Das feste, knöcherne Cranium bietet grosse Flächen zum Ursprunge des Add. hyo-mandibularis. Das Hyo-Mandibulare nimmt die Insertionssehne auf. Der Facialis innervirt den Muskel. Mithin sind alle Faktoren für die Deutung des Muskels als C_2hd gegeben.

3. C_2hv tritt bei den Knochenfischen in sehr verschiedenen Zuständen auf, die, wie ich glaube, das Gemeinsame darin besitzen, dass eine in primitiver Weise transversal angeordnete, in Resten noch bestehende Schichte einen Muskel neben und aus sich hat entstehen lassen, welcher vom Hyoid-Stücke aus oralwärts zur Mandibula verläuft.

Eine transversale, primitive Schichte und ein sekundärer Längsmuskel werden selbstständig und völlig von einander getrennt bei *Barbus* angetroffen, indessen die gesammte Schichte C_2hv bei *Esox* aus dem transversalen Bündelverlaufe in eine mehr und mehr longitudinale übergegangen ist. Dadurch kam es aber auch nicht zu einer derartigen Selbstständigkeit einer quer und longitudinal verlaufenden Platte wie bei *Barbus*. Der bei *Barbus*, *Cyprinus* aus quer, bei *Esox* mehr aus schräg verlaufenden Bündeln aufgebaute, primitive Stamm-Muskel ist als M. hyoideus inf. bezeichnet worden. Derselbe bringt einen ventralen Verschluss der Kiemen-Spalten und der Kiemen-Deckel-Höhlen zu Stande.

Der längs verlaufende Muskel ist als Genio-hyoideus bezeichnet worden. Als Eröffner der Mundöffnung oder als Vorwärtszieher des Epihyale sammt der Kiemenhaut-Strahlen spielt der Längsmuskel eine grosse Rolle.

Aus demjenigen Materiale, welches bei *Chimaera* den zarten, längsverlaufenden M. hyoideus inferior hat hervorgehen lassen, bauen sich die kräftigen, ventralen

Muskeln der Knochenfische auf. Bei *Acipenser* hatte sich nur ein kleiner, transversaler Muskel von der Schichte C_2hv der Selachier erhalten.

C_2hv der Dipnoer zeigt eine derartige Anordnung, dass aus derselben die Sonderungszustände bei Teleostiern wohl in ungezwungener Weise ableitbar werden. Der Muskel war bei *Ceratodus* und *Protopterus* aus einer quergeordneten, aboralen Bündellage und aus einer oralwärts unmittelbar angeschlossenen, longitudinal anlaufenden Lage zusammengesetzt. Sie können als der Mutterboden für die Bildungen bei den Knochenfischen angenommen werden.

Die specialisirten Verhältnisse von *Chimaera* und *Acipenser* dürfen als Ausgangspunkte für diejenigen der Teleostier nicht ausgegeben werden.

Das bei Teleostiern durch Vetter als *M. hyo-hyoideus superior* beschriebene Gebilde breitet sich an der Innenfläche der Kiemenhaut-Strahlen aus. Vetter ist zur Annahme geneigt, dass der Muskel diese Lage durch Verlagerung von aussen her erlangt habe Ist das der Fall, dann ist der *Hyo-hyoid. sup.* ein von den Operkular-Muskeln (Levator et Adduct. op.) abgesprengter Theil und zu C_2vd zu rechnen. Es besteht aber andererseits die Möglichkeit der Annahme, dass der Muskel vom Hyo-hyoideus und vom Genio-hyoideus aus neugebildet sei. In diesen Fällen hätten die Letzteren vom Epihyale aus sich über die Innenfläche des Kiemen-Deckels ausgebreitet.

Die an den Kiefer-Bogen angehefteten Schichten werden ebenfalls als dorsales und ventrales Gliedstück angetroffen.

4. C_2md trägt bei den Knochenfischen den Namen eines Adductor arcus palatini. Vom Parasphenoid, Petrosum und von benachbarten Skeletstücken (1. Kiemen-Bogen) entstehend, gelangt der Muskel bei *Perca* zum Metapterygoid und zum Hyo-Mandibulare, bei *Esox*, *Cyprinus* und *Barbus* zum *Metapteryg.*, um weit auf das Entopterygoid überzugreifen.

Der Add. arc. pal. zeigt sich mit der Ursprungsportion so weit nach vorn verschoben, dass er den Anschluss an andere Facialis-Glieder eingebüsst hat. Durch diesen Umstand wird die Homologie ein wenig verdunkelt.

5. C_2mv ist bei Knochenfischen ein querverlaufendes Muskel-Band, welches hinter der Symphyse des Unterkiefers ausgebreitet ist. Die Portio longitudin. von C_2hv fasst dasselbe zwischen sich. Bei *Esox* besteht ausserdem noch eine mehr oberflächliche, vom Unterkiefer median- und caudalwärts gerichtete Platte, deren sekundärer Uebergang in den Genio-hyoideus auffällt ($G.h_3$ bei Vetter, Taf. XIII Fig. 10).

Das quere Muskel-Band ist als Intermandibularis bezeichnet, mit dem M. mylohyoideus von *Acipenser* durch Vetter homologisirt und auf den vorderen Abschnitt von C_2mv der Selachier bezogen worden. Der Intermandibularis empfängt Aeste vom Trigeminus und vom Facialis (Vetter S. 513). Gleiches ist der Fall mit demjenigen Abschnitte von C_2mv, welcher in den Genio-hyoideus sich fortsetzt.

Die beiden, auch vom Trigeminus innervirten Muskeln werden durch Vetter zum Constrictor-Abschnitte gerechnet, welchem er bei den Selachiern die Bezeich-

nung Cs_1 gegeben hat. Ich halte diese Meinung, wie die Ausführung über C_2mv der Dipnoer angiebt, nicht für zutreffend, jedenfalls nicht für erwiesen.

II. Amphibia.

Für die Darstellungen der Einrichtungen bei Amphibien werden *Menobranchus*, *Menopoma* und *Cryptobranchus* den Grundstock abgeben. Diese Formen sind mir aus eigener Anschauung genauer bekannt geworden; an ihnen hat sich die Beurtheilung der einschlägigen Verhältnisse bilden können. Lehrreich und fördernd für unsere Bestrebungen sind die Angaben J. G. FISCHER's[1]) über Perennibranchiaten und Derotremen. Das Verhalten bei den genannten drei Formen, dasjenige bei *Siren lacert.*, *Siredon piscif.*, *Proteus ang.* und *Amphiuma tridact.* ist jenem Forscher genauer bekannt geworden. Litterarische Angaben über Salamandrinen, andere Amphibien und Gymnophionen gestatten ebenfalls ein Urtheil über die zum Facialis-Gebiete gehörige Muskulatur. Diesbezügliche Untersuchungen von FISCHER, ECKER, WIEDERSHEIM u. A. geben uns die nöthige Handhabe.

a. Urodela.

1. Perennibranchiata.

Menobranchus lateralis.

Fast alle bei den Selachiern unterscheidbaren Muskel-Schichten des Facialis-Gebietes treten bei *Menobranchus* wieder auf. Zum Theil stehen sie unter einander noch in primitivem Verbande; theilweise haben sie das Prädikat von selbstständigen Muskel-Individuen sich erworben. In dieser Eigenschaft haben sie selbst auf fremde Gebiete sich ausgedehnt, von wo sie neue Ursprungsbündel beziehen, wo sie andererseits weiter ausgedehnte Anheftungen finden.

Siredon stimmt in allen Punkten von Bedeutung mit *Menobranchus* überein.

Da die einzelnen Abschnitte von C_2 auf diejenigen der Squaliden beziehbar sind, führe ich dieselben unter der indifferenten Bezeichnung auch hier wieder auf, damit die Uebereinstimmungen direkt zu Tage treten.

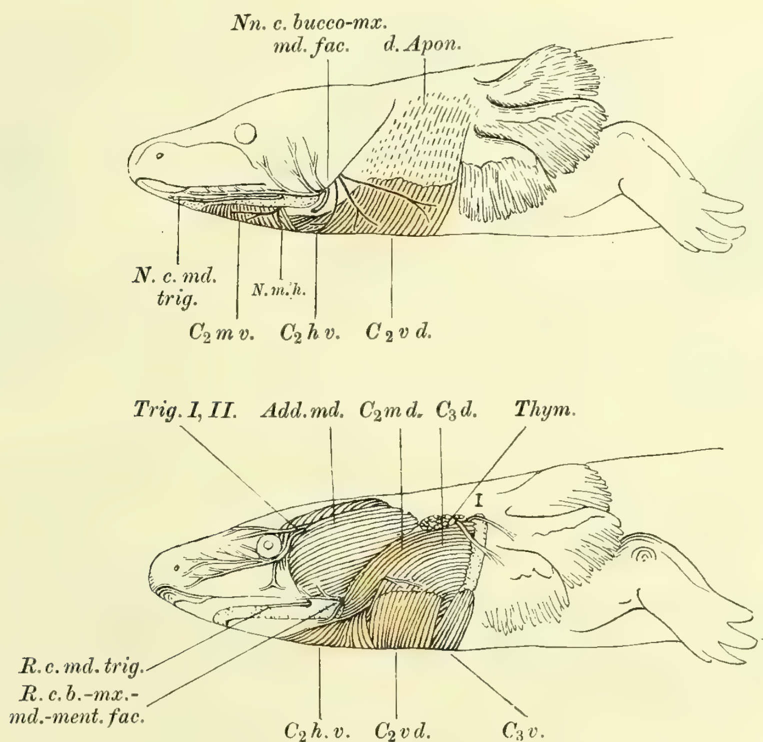
1. C_2vd. Die von der dorso-lateralen Körper-Fläche zur ventralen Medianlinie durchlaufenden Muskelbündel bilden bei *Menobranchus* eine sehr ansehnliche, unmittelbar unter dem Integumente ausgebreitete Schichte. Oralwärts sind den ventralen Bündeln solche angeschlossen, welche hinter dem Kiefer-Winkel in tieferer

1) J. G. FISCHER. Anatomische Abhandlung über die Perennibranchiaten und Derotremen. Erstes Heft. Hamburg 1864.

Lage an dem Zungenbein-Bogen zur Anheftung gelangen. Diesem, mit C_2vd zu einer einheitlichen Platte zusammenschliessenden Abschnitte kommt die Bezeichnung C_2hv vollauf zu.

Alle Fasern der aus C_2vd und C_2hv zusammengesetzten Muskel-Platte verlaufen nahezu transversal; sie haben die Funktion eines Constrictors, eines Sphincters, sich erhalten. Sie wirken auf die von ihnen umschlossene Wandungsstrecke der Mund-Höhle, was ja bei den Fischen so deutlich zum Ausdruck kommt.

J. G. Fischer hat die beiden Abschnitte der oftmals einheitlich erscheinenden Muskel-Platte für Perennibranchiaten und Derotremen zu einem M. mylo-hyoideus post. zusammengefasst. Wir halten jedoch an der Trennung beider Abschnitte fest.



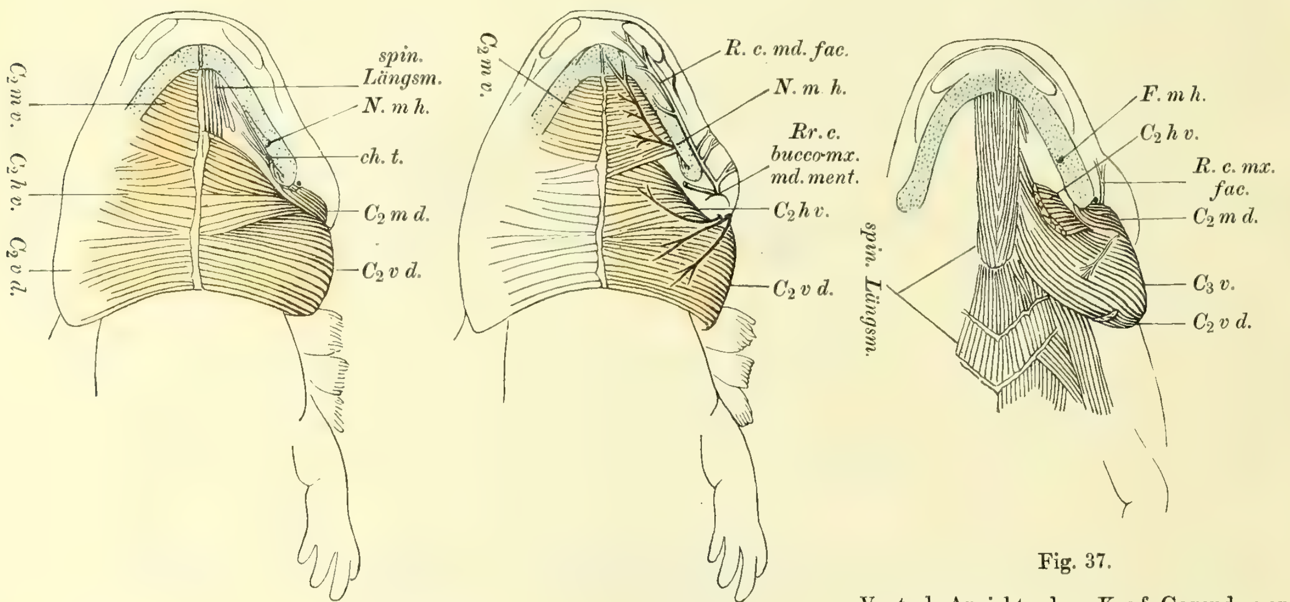
Figg. 33 u. 34.

Seitliche Ansicht der Kopf-Gegend von *Menobranchus lateralis*, 1/1. Auf Fig. 34 ist die nach der Entfernung der dorsalen Aponeurose hervortretende, tiefere Muskel-Schichte dargestellt.

C_2vd stellt die aborale Portion der einheitlichen Schichte dar. Ihr Ursprung wird durch eine derbe Fascie vermittelt, welche vor den Wurzeln der äusseren Kiemen gelagert ist und vorwärts bis gegen den Kiefer zu sich ausbreitet (Fig. 33). Diese Fascie breitet sich über die Rücken-Fläche der betreffenden Körper-Region aus; sie ist dem oberflächlich gelegenen Doppelstücke des ersten Kiemen-Bogens fester verbunden. Die Muskel-Platte geht aus dieser Dorsalfascie in einer unregelmässig gezackten Linie hervor. Dieselbe fällt caudalwärts etwa in die Verlängerung der Mund-Spalte. Aborale Bündel sind am ersten Kiemen-Bogen festgeheftet, was nach der

Entfernung der dorsalen Ursprungsfascie deutlicher erkennbar wird (Fig. 34)[1]. Vier Millimeter vom Kiefer entfernt fällt jene Ursprungslinie oral- und ventralwärts jäh ab; die Bündel greifen hier mit dem Ursprunge auf das Hyoid über und stellen durch diese Eigenschaft eine Portio C_2hv dar (vgl. auch FISCHER). Zwischen den Abschnitten C_2vd und C_2hv konnte wohl eine kleine Spalte nahe dem Ursprunge wahrgenommen werden.

Alle Elemente von C_2vd sind nahezu transversal angeordnet; sie erreichen in geschlossener Lage die ventrale Medianlinie. In dieser sind sie an einem Sehnenbande angeheftet, welches die beiderseitigen Muskeln zu einer einheitlichen Platte verbindet. Die aboralen Bündel sind in die ventrale Hautduplikatur eingelassen,



Figg. 35 und 36.

Ventrale Ansicht der Kopf-Gegend von *Menobranchus lat.* 1/1. Auf der Fig. 35 ist rechts die Ausbreitung von C_2hv nach der Entfernung der Schichte C_2mv zu erkennen.

Fig. 37.

Ventral-Ansicht der Kopf-Gegend von *Menobranchus* nach Entfernung der auf Figg. 35 und 36 dargestellten Glieder der Facialis-Muskulatur. Der Ursprung von C_2hv ist erhalten. Die Insertion von C_2md wird sichtbar.

welche lateral bis an die erste Kiemen-Spalte hervorrückt und dadurch an den Kiemendeckel der Fische erinnert.

Einige Elemente von C_2hv ziehen transversal zur Medianlinie, andere erreichen dieselbe nach schrägem Verlaufe, welcher sowohl oral-, als auch aboralwärts gerichtet ist (vgl. Fig. 35). Die caudalwärts ziehenden Bündel liegen dabei oberflächlicher als C_2vd. Dieser Zustand musste einem solchen gefolgt sein, in welchem beide Por-

1) J. G. FISCHER beschreibt den Ursprung für denjenigen Abschnitt des „M. mylo-hyoideus post.", welcher einem C_2vd entspricht, in einer von meiner Darstellung abweichenden Weise. Bei *Menobranchus*, *Siren* und *Siredon* soll der Muskel „von der ganzen Vorderfläche des dem ersten Kiemen-Bogen angehörigen Dorsalsegmentes" entspringen (l. c. S. 43). Ich glaube, hier eine Ungenauigkeit der Darstellung annehmen zu dürfen. Für *Proteus* hingegen giebt der Autor den Ursprung so an, wie er bei *Menobranchus* nach meiner Darstellung besteht.

tionen in einer Ebene lagen, da C_2hv die ursprünglich tiefere Schichte vorstellte. Als solche hat sie sich denn auch im Vergleiche mit C_2mv erhalten (Fig. 36). Die vordere Bündelmasse schiebt sich nämlich bei ventraler Ansicht unter den Letzteren, wobei sie 8 mm von der Kiefer-Symphyse entfernt bleibt. C_2hv bedeckt gemeinsam mit C_2vd den mächtigen, ventralen, dem Glosso-pharyngeus-Gebiete zugehörigen Muskel (Figg. 37, 34) C_3v, welcher als Cerato-hyoideus externus bezeichnet zu werden pflegt.

Siren und *Proteus* besitzen nach Fischer's Angaben ebenfalls je einen C_2hv, welcher an der vorderen Fläche des aufsteigenden Zungenbein-Hornes befestigt ist. Der Forscher stellt jedoch die Muskel-Schichten bei *Menobranchus* und *Siredon* in Abrede.

In dem engen Verbande beider Abschnitte zu einer Platte liegt eine Uebereinstimmung mit den Befunden bei Selachiern vor. In der Absonderung dieser einheitlichen Platte von C_2mv knüpft das Verhalten von *Menobranchus* an dasjenige der Dipnoer an. Im Ursprunge von der breiten Fascie jedoch, wodurch C_2vd aus der Dorsalregion sich eigentlich zu entfernen bestrebt, sind für *Menobranchus* im Gegensatze zu den Squaliden nicht unerhebliche Differenzirungen eingetreten. Vermittelst der Fascie konnte C_2vd in oberflächlicher Lage verbleiben, ohne jedoch dem ursprünglich oralwärts eng angeschlossenen C_2md die Freiheit zu grösserer Ausbreitung zu beschränken. Letzterer kommt mit aboralen Ursprungsportionen, welche bei Fischen eine rein oberflächliche Lage bilden, bei *Menobranchus* unter das Glossopharyngeus-Gebiet, mithin auch unter C_2vd zu liegen (Fig. 34).

Wenn den beiden Abkömmlingen des primitiven Constrictor, $C_2vd + C_2hv$, der Name eines *Sphincter colli* zuertheilt wird, so darf an einem solchen doch die Doppelnatur nicht übersehen werden. Uebrigens kann es wohl nur gut geheissen werden, wenn der Begriff eines *Sphincter colli* bei den halslosen Amphibien keinen Eingang findet. — C_2vd und C_2hv, als einheitliche Muskel-Platte aufgefasst, sind als M. mylo-hyoideus post. beschrieben worden (G. F. Fischer, Seite 42). Dieser durch Hyrtl eingeführte Name bringt die Beziehung zum Hyoid zum Ausdrucke; er erweckt andererseits die Vorstellung, dass er auch mit dem Unterkiefer im Verbande stehe. Aus diesem Grunde ist der Name unanwendbar.

Es wäre unvorsichtig, wollte man den Befund bei *Menobranchus* aus sich selbst beurtheilen und die oberflächlichste, aborale Portion C_2vd von der Hyoid-Portion C_2hv ableiten, etwa weil der Facialis dem Zungenbein-Bogen angehörte. Man würde dabei übersehen, dass diese Portion allein von C_2vd der Selachier abgeleitet werden muss und daher nicht erst bei Amphibien entstanden sein kann.

2. Von einem dorsalen, tieferen Muskel des Zungenbein-Bogens C_2hd treten bei *Menobranchus* keinerlei Spuren mehr auf.

3. Die Kieferbogen-Portionen, welche im Facialis-Gebiete der Fische oberflächliche Schichten bilden, sind erhalten; sie treten ventral in einem indifferenten, dorsal in einem veränderten Gewande auf.

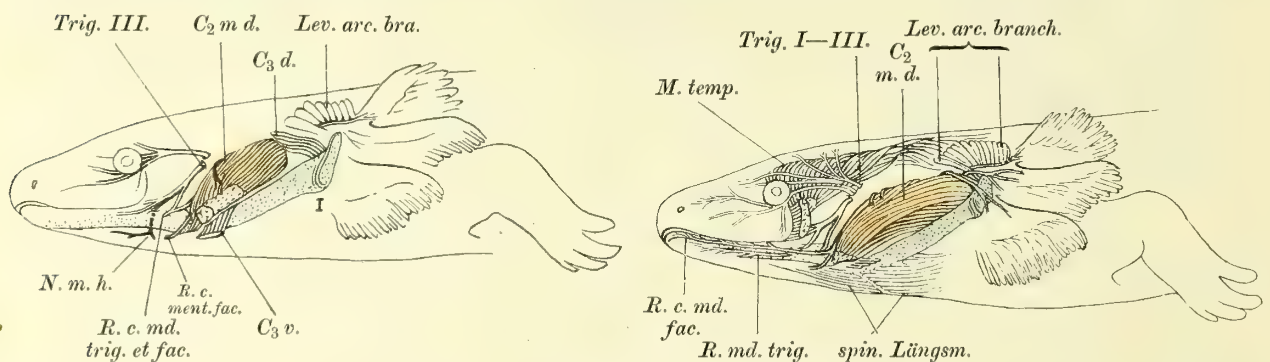
4. Der dorsale Muskel C_2md ist durch die Insertion am Kiefer-Winkel gekenn-

zeichnet; er ist kräftig entfaltet. In diesen beiden Eigenschaften stimmt er mit C_2md von *Protopterus* überein; er weicht aber von diesem durch neu erworbene Ursprungsstätten ab. Dem stattlichen Muskel entsprechend, ist der Kiefer zur Aufnahme der Endsehne mit einem ansehnlichen, nach hinten gerichteten Fortsatze ausgestattet.

a. Eine tiefer gelegene Portion entsteht an der hinteren-seitlichen Fläche des Cranium (Figg. 38, 40), nach Fischer am Parietale und Tympanicum. Ihr schliessen sich Bündel an, welche an der seitlichen Wandfläche von Hals-Wirbeln entspringen. Die konvergirenden Elemente begeben sich zur gemeinsamen Endsehne, welche die Hälfte des tiefen Muskels durchziehen und Zeugniss von der kräftigen Wirkungsweise des Letzteren ablegen.

Diese Portion, welche die kräftigen Facialis-Aeste unmittelbar vor sich hat (Fig. 40), ist eine Stamm-Portion insofern zu heissen, als sie den primitiven Charakter von C_2md am meisten bewahrt hat.

b. Eine geschichtete, oberflächliche Portion fügt sich der tiefen Muskel-Lage an (Figg. 39, 40, 41); sie entsteht vom knorpeligen, auf den Zungenbein-Bogen folgenden, visceralen Skeletstücke, welches das erste, äussere Kiemen-Büschel trägt (Fig. 40).



Figg. 38 und 39.

Seitliche Ansicht des Kopfes und der Kiemen-Gegend von *Menobranchus later.* 1/1. Während die Fig. 39 noch oberflächlichere Schichten zur Darstellung bringt, ist auf Fig. 38 eine tiefste Lage von C_2md abgebildet.

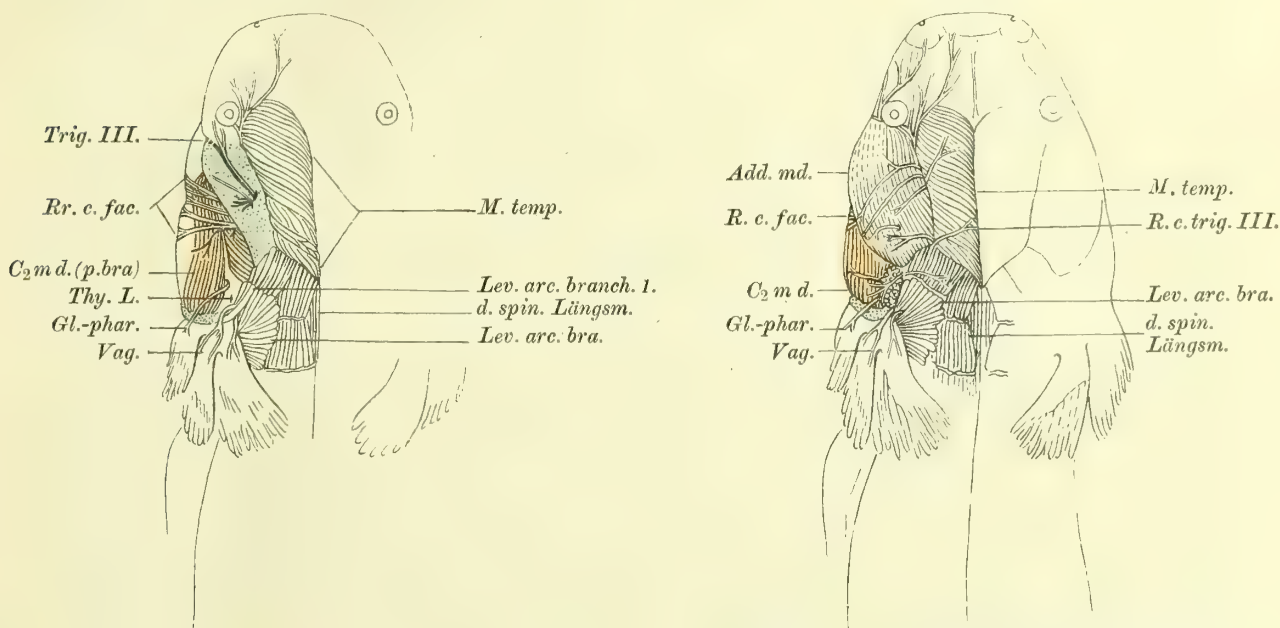
Der Vorderrand, nach Fischer die laterale Fläche, der oberen Hälfte des Dorsalstückes des ersten Kiemen-Bogens bietet die Ursprungsfläche dar (Fig. 39). Die an die Kranialportion dorsal angeschlossenen Bündel entspringen in 4 mm Ausdehnung vom umgebogenen, dorsalen Ende des Knorpelstabes; sie sind in dorsaler Ansicht leicht zu übersehen (Fig. 40). Bei der seitlichen Ansicht (Fig. 39) treten die ventralwärts angeschlossenen, tieferen Bündel zu Tage. Die konvergirenden Fleischfasern ziehen zum Theil direkt zum Kiefer-Winkel, zum Theil heften sie sich an der Endsehne der Kranialportion fest. Der Ausdehnung nach handelt es sich hier um einen brancho-mandibularen Muskel, um ein Produkt von C_2md.

Die oberflächliche, dorsale Schichte schliesst oralwärts wie bei den Fischen an das Trigeminus-Gebiet an (Fig. 41). Diese nachbarliche Beziehung ist vom Ursprunge an bis zur Insertion deutlich ausgesprochen (Fig. 34). Die tiefere Schichte hat diese primitive Lage eingebüsst; sie ist vom motorischen Glosso-pharyngeus-Gebiet C_3d

bedeckt. (Man vergleiche die Figg. 34 und 35, von denen erstere Figur beide Gebiete, letztere allein den Facialis-Muskel vorführt.)

C_3d entspringt im Anschlusse an C_2md am ersten Kiemen-Bogen und begiebt sich ventralwärts zum Hyoid (Figg. 37, 42). In der Höhe des Unterkiefers ist C_3d von C_2md durch den Ursprungstheil von C_2hv scharf abgegrenzt (Figg. 34, 37, 42). Die ventrale Hyoid-Portion des Facialis-Gebietes giebt also die Scheidung zwischen den beiden Abschnitten C_2 und C_3 des Constrictor-Systemes an.

Die Ueberlagerung des motorischen Facialis-Gebietes durch dasjenige des N. gl.-phar. ist eine Folge-Erscheinung zunächst der Anheftung von C_2md an den ersten, branchialen Bogen. Dieser gehört aber dem Glosso-phar. zu. Die Ausbreitung



Figg. 40 und 41.

Dorsal-Ansichten der Kopf-Gegend von *Menobranchus later.* 1/1. Auf Fig. 40 sind die tiefen Schichten von C_2md, auf Fig. 41 die oberflächlichen Kopf-Muskeln erkennbar. Die Thymus, auf Fig. 40 nicht dargestellt, hinterliess zwischen beiden Portionen C_2md eine Grube (Th. L.)

der Ursprungsbündel längs des ersten Kiemen-Bogens darf fernerhin als ursächliches Moment für jene Lage-Verschiebung betrachtet werden.

Der kranio-mandibulare Muskel-Abschnitt kann nur die Abwärtsbewegung des Unterkiefers zur Folge haben. Als Eröffner der Mund-Spalte wird er auf diese Weise auch in dem branchio-mandibularen Abschnitte einen Synergisten besitzen, dessen Hauptwirkung jedoch in einer Vorwärtsbewegung des ersten Kiemen-Bogens bestehen dürfte.

Eine genaue Darstellung des Muskels ist in den Untersuchungen Fischer's niedergelegt; sie deckt sich im Wesentlichen mit der hier gegebenen. Fischer rechnet den Muskel C_2md zum Systeme der Depressores. Als Depressor maxillae inferioris war er zuvor von Carus, Zencker, Siebold, Ecker bei Amphibien vorgeführt worden.

C_2md von *Menobranchus* trägt im Wesentlichen alle Merkmale des Muskels der anderen Amphibien; er kann nach Ursprung und Insertion ein kranio-vertebro-brancho-mandibularer geheissen werden. Die Kranialportion, welche bei Anuren enger an die Regio tympanica anschliesst, hat den Muskel hier zu einem vertebro-tympanico-mandibularen werden lassen. Einer gewissen Mannigfaltigkeit der Benennung für *C_2md* begegnen wir daher schon bei Amphibien. Aus vielen, leicht ersichtlichen Gründen ist jedoch der Name eines M. digastricus (Cuvier) für den Amphibien-Muskel völlig ungeeignet. Es fehlen die Zweibäuchigkeit, ferner selbst der Beweis, dass *C_2md* der Amphibien dem hinteren Bauche des Biventer maxillae der Säugethiere komplet homolog sei. Das Gegentheil vielmehr kann dargethan werden.

Der Ableitung des dorsalen Kieferbogen-Muskels bei *Menobranchus* von *C_2md* der Selachier stellen sich keinerlei Schwierigkeiten entgegen. Näheren Aufschluss gewähren die Befunde bei *Protopterus*. Handelte es sich beim Letzteren aber auch um einen markanten, mandibularen Muskel, so war derselbe doch im innigen Verbande mit *C_2vd* verblieben (Fig. 24). Dieser ist bei *Menobranchus* vom benachbarten *C_2md* völlig abgetrennt. Bewahrt *C_2md* im Anschlusse an *C_2vd* bei *Protopt.* eine durchaus oberflächliche Lage, so besteht diese bei *Menobr.* in ganzer Ausdehnung nur noch für *C_2vd*; *C_2md* indessen ist längs des vorderen Randes des ersten Kiemen-Bogens in die Tiefe gerückt und so in sekundärer Weise durch *C_3vd* (Glosso-phar.) von der Oberfläche ausgeschlossen worden.

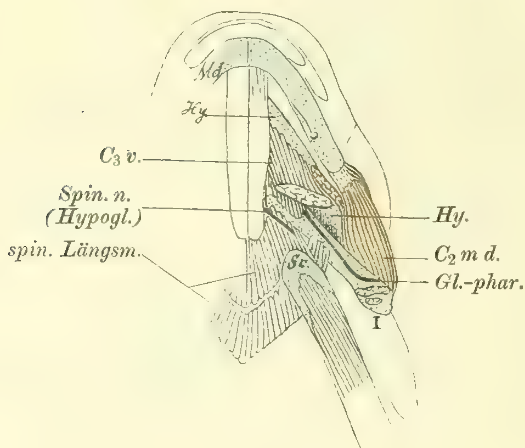


Fig. 42.

Ventralansicht der Kopf-Gegend von *Menobranchus* lat. $^1/_1$. nach Entfernung der auf Fig. 37 dargestellten Gebilde. Zwischen Hyoid *(Hy)* und 1. Kiemen-Bogen (I) befindet sich die Kiemen-Spalte. Der Glosso-phar. und der Hypoglossus gehören zu ihren ventralen Endgebieten.

Kranio-mandibulare Bündel sind bei *C_2md* als solche zu bezeichnen, welche den Vergleich mit den Elementen eines *C_2md* vertragen. Das mit dem Schädel fest verbundene Quadratum vermag dem Muskel auch Ursprungsflächen zu bereiten (*Siren lacert.*). Diese ziehen dann von dem ursprünglichen, dorsalen zu dem ventralen Segmente des Kiefer-Bogens. Darauf macht Fischer aufmerksam (l. c. S. 49). Es ist jedoch unstatthaft, auf eine morphologische Bedeutung aus dieser accessorischen Erscheinung zu schliessen.

C_2md von *Proteus* und *Siredon* theilt unter den Perennibranchiaten mit *Menobranchus* den Ursprung vom ersten Kiemen-Bogen. Bei *Siren lacert.* indessen ist eine tiefe Portion in Verbindung mit dem Dorsalsegmente des Zungen-Beines getreten. Hierdurch empfängt der Muskel eine hyo-mandibulare Bündel-Gruppe (*C_2mhd*) (siehe Fischer S. 49, 50, 52).

Der Muskel *C_2md* entwickelt bei *Siren lacert.* ein kräftiges Insertionsbündel, welches zur Medialfläche der Mandibula zieht und bei ventraler Ansicht die Lücke

zwischen C_2mv und C_2hv ausfüllt. J. G. FISCHER heisst diesen Abschnitt einen M. pterygoideus, trotzdem er die Facialis-Innervation zugiebt (l. c. S. 63).

3. Der ventrale Muskel des Kiefer-Bogens C_2mv besteht in Lage und Ausbreitung bei *Menobranchus* in ähnlichen Eigenschaften wie bei den Dipnoern[1]. Er bildet eine oberflächliche Schichte und bedeckt Theile von C_2hv. Die Festheftung geschieht an der medialen Fläche der Mandibula, und zwar von der Symphyse an bis über die mittleren zwei Viertel der Länge dieses Skelettheiles (Fig. 36). Die oralen Fleischfasern verlaufen transversal, die aboralen etwas schräg median- und caudalwärts zur Linea alba, deren sehnige Unterlage die beiderseitigen Muskeln vereinigt. Diese bilden eine intermandibulare Muskel-Platte, deren Wirkung im Heben, resp. im Spannen des Bodens der Mund-Höhle beruhen muss, und deren Ableitung von dem gleichbenannten Muskel der Haie als gesichert betrachtet werden darf.

Ebenso wie bei den Dipnoern hat sich die ventrale, oberflächliche Kiefer-Bogen-Portion von der tieferen Schichte C_2hv durch abgeänderten Faser-Verlauf sowie durch die Trennung der Ursprungsköpfe völlig von einander emancipirt. Auch bei *Menobranchus* hat sich zwischen Mandibula, zwischen C_2hv und C_2mv eine muskelfreie, dreieckige Zone ausgebildet, welche die Trennung Beider schärfer kennzeichnet. Beide Muskeln sind trotzdem als einheitliches Gebilde aufgefasst worden. LÉON VAILLANT fasste sogar den ganzen Komplex ($C_2vd + C_2hv + C_2mv$) als einen Muskel auf, übersah aber bei *Siren lacertina* die Zungenbein-Bogen-Portion.

C_2mv wird bei *Menobr.* durch einen Ast des Ram. III n. trigemini versorgt. Der Ast löst sich vom Ram. III beim Verlaufe durch die Kaumuskulatur dicht über der Mandibula los (Figg. 33, 36, 38). Zuvor hat der Trigeminus einen Hautast entsendet, welcher mit einem Haut-Kiefer-Ast des N. facialis anastomosirt (Fig. 38).

Der für C_2mv bestimmte Nerv durchbohrt in senkrechter Richtung die Mandibula (Fig. 38) und kommt an deren ventralem Rande, etwas vor dem aboralen Rande von C_2mv, zum Vorscheine (Figg. 33, 36, 38). Die motorischen Elemente verbreiten sich auf der Ventralfläche des Muskels; sensible Elemente erreichen die Haut der Kinn-Gegend (Fig. 36).

Die Gründe, wegen welcher der intermandibulare Muskel trotz seiner Innervation durch den Trigeminus-Ast dem Gebiete des N. facialis zuzurechnen sei, sind bei der Besprechung der Befunde bei Dipnoern angegeben worden. Sie haben für *Menobranchus* und die anderen Amphibien vollste Geltung. Der intermandibulare Am-

---

1) Dieser Muskel ist vielfach als ein Mylo-hyoideus beschrieben und sogar in eine ganz direkte Verbindung mit dem menschlichen Gebilde gebracht worden. F. WALTHER vertrat diese Ansicht noch im Jahre 1887 für den Muskel der Amphibien und Reptilien (l. c. pag. 20 etc.). C_2mv der Letzteren ist nun weder eine Mylo-hyoideus, da er keine Beziehung zum Hyoid zu haben pflegt, noch ist er dem Mylo-hyoideus des Menschen komplet homolog. Wohl stellt er die Matrix für eine „Mylo-hyoideus-Gruppe" dar, zu welcher aber auch der vordere Bauch des Biventer maxillae gehört. — J. HYRTL (1845) unterschied die intermandibulare Muskel-Schichte (C_2mv) bei *Lepidosiren* als einen M. mylo-hyoideus ant., welchen Namen J. G. FISCHER übernommen hat. Der Muskel ist dem M. submaxillaris gleichwerthig, welchen ECKER beim Frosch beschreibt. — FISCHER sah den intermandibularen C_2mv bei allen Perennibranchiaten und Derotremen von der medialen Fläche der Mandibula, nahe deren Dorsalrändern, entstehen (l. c. S. 41).

phibien-Muskel C_2mv ist dem gleichbenannten Gebilde der Selachier in allen wichtigen und ausschlaggebenden Momenten der Lage, des Ursprungs und der Insertion gleichwerthig. Der Selachier-Muskel gehört aber dem Facialis-Gebiete an. Das Gebilde bei *Protopterus* macht davon keine Ausnahme, dasjenige von *Ceratodus* aber scheint sowohl dem Facialis als auch dem Trigeminus zuzugehören. Da vorderhand keine näheren Faktoren angegeben sind, welche den Muskel bei *Ceratodus* und Amphibien in imitatorischer Weise durch das Trigeminus-Gebiet aufgebaut betrachten lassen, da andererseits aber Aeste des Facialis bei Dipnoern das Quadratum und den Kiefer durchziehen, da fernerhin ganze Abschnitte des Facialis interkranial dem Trigeminus sich anschliessen können, und da der Trigeminus bei den Amphibien thatsächlich Fasern aus dem Facialis in seine Wurzeln aufnimmt; so liegt nichts Befremdendes in der Annahme, dass der Nerv für C_2mv ein Ast des Facialis sei, welcher bei Amphibien einen interkranialen Anschluss an den Ram. III n. trigemini erfahren habe, was für den ganzen Facialis der Anuren Geltung hat. Es ist zuzugeben, dass die hier sich aufdrängende Anschauung einer erweiterten, genauen vergleichend-anatomischen und einer entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung Stand halten müsse. Nach meinem Dafürhalten ist der Beweis durch die vergleichende Methode erbracht, und desshalb wird der Muskel C_2mv bei anderen Formen mit gleichem Verhalten auch mit gleichem Rechte als Glied der Facialis-Gruppe auftreten. Sollte die strenge Forschung dereinst darthun, dass der Muskel der Amphibien demjenigen der Selachier nur parhomolog wäre, so würde derselbe dennoch bei einer vergleichend-anatomischen Behandlung des hier behandelten Stoffes nicht fortgelassen werden können. Für eine jede andere Behandlungsweise dürfte aber die Frage gleichgiltig sein, in welchem Verbande die verschieden innervirten Muskeln zu einander ständen.

Ich zolle einer bei J. F. FISCHER sich findenden Bemerkung über das Naturell des Muskels C_2mv vollste Anerkennung. Des Autors Anschauung trifft mit der vorgetragenen zusammen. FISCHER kannte die Innervation des Muskels durch einen Ast des Trigeminus. Er gab aber zugleich an, dass der N. trigeminus bei allen Amphibien auch Fasern aus dem Facialis in seine Wurzeln aufnähme, dass daher auch die den Mylo-hyoideus ant. (C_2mv) versorgenden Fasern bei Perennibranchiaten und Derotremen, obgleich in der Bahn des Quintus verlaufend, nicht mit Sicherheit dem Letzteren zugeschrieben werden dürften. Aus VOLKMANN's Versuchen (1838) „scheine“ im Gegentheil ihr Ursprung aus dem Facialis zu erfolgen (l. c. S. 45).

Des N. facialis motorische Aeste.

J. G. FISCHER gab eine sehr gute Darstellung der Verbreitung des N. facialis bei Perennibranchiaten und Derotremen (1864 S. 124 und 132—139). Es ist hier nicht der Platz, auf diesen Theil der vortrefflichen Untersuchungen ausführlicher einzugehen. Ich hebe hervor, dass FISCHER vier Aeste des Facialis unterscheidet:

1. den zur Schleimhaut der Mund-Höhle ziehenden R. palatinus,

2. den R. alveolaris, welcher die Haut der Mandibular-Region,
3. den R. mentalis, welcher die Haut der Intermandibular-Region versorgt,
4. den gemischten R. jugularis.

Der R. jugularis FISCHER's versorgt die gesammte Facialis-Muskulatur, welche wir als C_2vd, C_2hv, C_2md unterschieden haben. Die sensiblen Aeste des R. jugularis finden in der Haut, welche C_2vd und C_2hv bedeckt, Verbreitung.

Von Bedeutung für unsere Bestrebung ist die Thatsache, dass bei allen Amphibien Wurzel-Bündel des Facialis interkranial in das Ganglion des Trigeminus sich einsenken. Die so zum Ausdrucke kommende Aufnahme von Facialis-Elementen in die Bahnen des Quintus hängt fraglos von der Innervation von C_2vm durch den Trigeminus zusammen (siehe hierüber *Protopterus*).

Eine Anastomose zwischen VII. und IX. führt dem R. jugularis Elemente des Glosso-pharyngeus zu. Diese Thatsache ist für uns in der Weise verwerthbar, dass, sofern es um motorische Aeste des Glosso-phar. sich handelt, sowohl an C_2vd als auch an C_1md Elemente des Glosso-pharyngeus-Gebietes angegliedert sein können, ohne dass die Grenze zwischen C_2 und C_3 anzugeben noch möglich wäre. In diesem Sinne dürfte FISCHER's Ausspruch, dass es unschwer sei, auf anatomischem Wege ein Urtheil über die Natur eines Ram. communicans sich zu bilden, eine Umwandlung erfahren. Zuweilen findet aber die Einlenkung von Glosso-pharyngeus-Aesten in die Facialis-Bahn eine einfachere Erklärung, und zwar dann, wenn weiter distal Aeste zu Gliedern des motorischen Glosso-pharyngeus-Gebietes sich wieder verfolgen lassen. Bei *Siredon* wird z. B. auf diese Weise der sogenannte Cerato-hyoideus externus innervirt (s. FISCHER 1864, S. 134).

Die Verzweigung des Nerven ausserhalb des Schädels tritt bei seitlichen Ansichten auf den Figg. 33, 34, 38 und 39 zu Tage. Die dorsalen Ansichten auf den Figg. 40 und 41 ergänzen die bildliche, von der Seite aufgenommene Wiedergabe. Die Figur 34 lässt die ventrale Ausbreitung der motorischen Aeste erkennen.

Der Facialis spaltet sich extrakranial rasch in mehrere Zweige, welche, sofern sie nicht sofort in tiefe Portionen von C_2md sich einsenken (Figg. 38, 39, 40), zwischen der Trigeminus- und Facialis-Muskulatur (Figg. 40, 41) zur Seitenfläche des Kopfes ziehen. Hier erreichen 4—5, von vorn nach hinten aneinander angeschlossene Hautäste ihre Endgebiete. Sensible Trigeminus-Aeste erreichen ihr Gebiet längs der Spalte, welche vom Auge caudalwärts zieht und den medialen Muskel-Komplex von dem lateralen scheidet (Fig. 41). In der Muskelspalte zwischen C_2md und C_3d treten Aeste des Glosso-pharyngeus hervor. Es hat sich also eine segmentale Anordnung der Kopf-Nerven, welche dem Integumente zugehören, erhalten.

Anastomosen zwischen Facialis und Glosso-pharyngeus konnten bei *Menobranchus* und *Siren* durch FISCHER nicht wahrgenommen werden (1864, S. 134 und 137). Ebenso fehlte ein R. communic. bei *Proteus*[1]). Motorische Aestchen gelangen von der oralen Seite her in die verschiedenen Lagen von C_2md. Mit den Hautästen

1) J. G. FISCHER. Amphibiorum nudorum neurologia. 1843 pag. 36.

gelangen drei zarte Nerven aboral und etwas dorsal vom Kiefer-Winkel zur Oberfläche (Figg. 33, 36). Alle drei Nerven senken sich in die aus C_2vd und C_2hv zusammengesetzte Muskel-Platte ein. Ein ansehnlicher, dorsaler Ast verläuft horizontal und caudalwärts. Der am weitesten oral zur Oberfläche gelangende Nerv breitet sich ventral über C_2hv aus. Zwischen den genannten Aesten breitet sich der dritte Nerv ventralwärts aus.

Ansehnliche Bestandtheile des Facialis sind sensibler Natur; sie finden ihr Endgebiet in der Unterkiefer- und der aboral angeschlossenen Gegend, welche durch C_2vd eingenommen ist. Der Schleimhaut-Ast (*ch t*), welcher zwischen Kiefer- und Zungenbein-Bogen dem Boden der Mundhöhle anheimfällt, fehlt nicht. Er ist vergleichbar einer Chorda tympani höherer Formen. Sensible, mandibulare und hyoidale Nerven bilden den Hauptantheil am Truncus hyoideo-mandibularis. Derselbe liefert auch die von FISCHER als selbstständige Aeste aufgeführte Rm. mentalis et alveolaris. Alle motorischen Aeste sind in der Anordnung zu sehr von ihrer Muskulatur abhängig, als dass besondere Benennung und Eintheilung nöthig wären. Sie zerfallen, wie die Muskeln, in dorsale und ventrale Gebilde.

Den motorischen Facialisästen haben wir jenen Nerv des Ram. III trigemini zuzuzählen, welcher nach Durchbohrung der Mandibula als N. m. h. in den Muskel C_2mv sich einsenkt. Das genauere Verhalten wurde zuvor erörtert. Die im N. m. h. enthaltenen Facialis-Elemente sind dem Trigeminus bereits intrakranial angeschlossen (vergl. FISCHER, 1884, Tafel 6, Fig. 8).

Menobranchus darf als Paradigma derjenigen Amphibien, welche primitive Zustände besitzen, genommen werden. Sein motorisches Facialis-Gebiet unterscheidet sich von demjenigen der Selachier in dreifacher Beziehung. Zunächst ist die eingeleitete Selbstständigkeit von C_2vd hervorzuheben. Dieser hat den Verband mit den Kiefer-Bogen-Portionen C_2md und C_2mv verloren; er hat jedoch den Zusammenhang mit C_2hv bewahrt. Zweitens ist die Ausbildung des dorsalen Abschnittes der Kiefer-Bogen-Muskulatur zu einem mandibularen durchgeführt (C_2md). Anklänge an ein solches Verhalten zeigte *Protopterus*, Anklänge, da C_2md im Anschlusse an die aborale, dorsale Schichte in ursprünglicher Weise verharrte. C_2md war zudem bei *Menobranchus* einer sehr hochgradigen Differenzirung unterbreitet gewesen, was sein Volum, die Schichten-Ausbildung an ihm, sowie die neu erworbene Anheftung an den ersten Kiemen-Bogen beweisen. Drittens ist C_2mv von *Menobr.*, im Gegensatze zum Verhalten bei Selachiern, ganz unter die Herrschaft des Trigeminus (Ram. III), aber doch nur in dem früher angedeuteten Sinne, getreten. *Ceratodus* liess Anfangsstadien solcher Organisation erkennen; denn nur Theile des Muskels waren den Trigeminus-Zweigen überantwortet. Jene Herrschaft kennzeichnete sich als eine scheinbare. Als eine vierte Differenz zwischen *Menobranchus* und Selachiern dürfte die Unterordnung der Schichte C_2hv und deren Wesen als Anhangsgebilde von C_2vd hervorgehoben werden. Das völlige Erlöschen von C_2hd theilt *Menobranchus* mit manchen Fischen.

Vielfache Uebereinstimmungen mit *Menobranchus*, einige neue Formzustände haben sich bei der folgenden Form bestimmen lassen.

1. *Caducibranchiata.*

Derotremata.

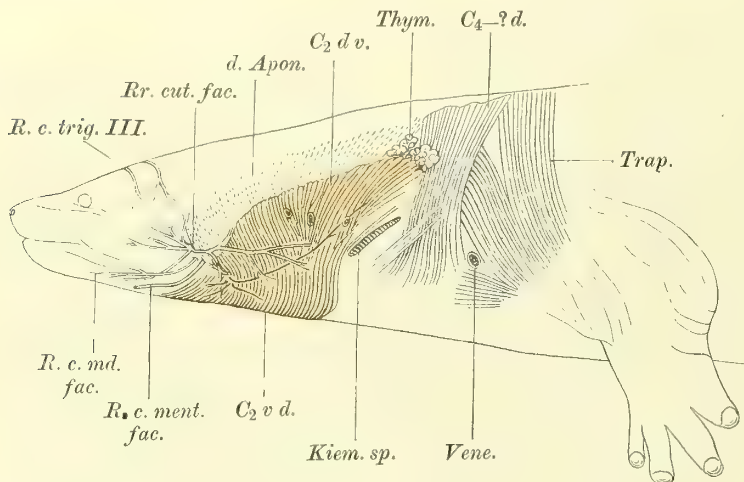
1. *Menopoma alleghaniensis.*

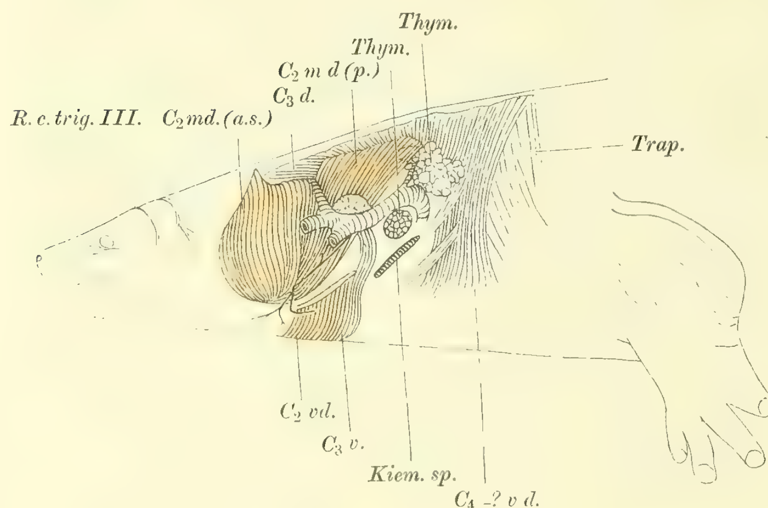
Den dorso-ventralwärts durchlaufenden Bündeln, welche das Facialis-Gebiet nach hinten abschliessen, fügt sich wie bei *Menobr.* die ventrale Zungenbein-Bogen-Portion eng an. Beide bilden eine gemeinsame Muskel-Platte, welche als C_2vd eine rein oberflächliche Lagerung einnimmt, als C_2hv aber sowohl durch tiefe, hyoidale Ursprünge als auch durch tiefe Insertionen ausgezeichnet ist. Die Insertionen schieben sich, bei ventraler Betrachtung, unter den intermandibularen Muskel C_2mv. Diese Erscheinung wird von Fischer für *Menopoma* und *Amphiuma* ausdrücklich hervorgehoben, um die Verschiedenheiten eines M. mylo-hyoideus ant. (C_2mv) und eines M. mylo-hyoid. post. ($C_2vd + C_2hv$) für die Amphibien darzuthun. Der Autor erhärtet diese Meinung durch die Verschiedenheit der Innervation beider Gebilde.

1. C_2vd. Die dorso-laterale, oberflächliche Fascie verleiht allen Bündeln den Ursprung, und zwar in einer Linie, welche 3 cm hinter der äusseren Nasen-Oeffnung beginnt, dorso-caudalwärts in einer Länge von 4 cm allmählich ansteigt (Fig. 43) und etwa 1 cm dorsal von der Kiemen-Spalte endigt. Vordere Bündel bedecken die Kau-Muskulatur; sie ragen dementsprechend oralwärts über das tiefe Facialis-Gebiet hinaus. Hintere Bündel-Gruppen bedecken gemeinsam mit ihrer Ursprungsfascie sowohl C_2md als auch die Glosso-pharyngeus- und Vagus-Gebiete. (Digastricus, Levatores arcuum der Autoren.) Die Muskel-Schichte C_2vd besitzt keine Beziehungen zum ersten Kiemen-Bogen, was für *Menopoma* von Fischer angeführt wird. Darin ist ein Unterschied zu den Perennibranchiaten gegeben.

Amphiuma hat, aus Fischer's Beschreibungen und Abbildungen zu schliessen, den oberflächlichen C_2vd eingebüsst. Diese Erscheinung steht meines Erachtens von der Ausbildung des C_2md in einer gewissen Abhängigkeit. Die ventralwärts gerichteten Fasern sammeln sich zwischen Kiemen-Spalte und oraler Muskelgrenze. Sie konvergiren hier ein wenig, da der Raum im Verhältnisse zur Ursprungsfläche eingeengt ist. Von ihm aus ziehen sie ventralwärts weiter. Orale Bündel erreichen die Ventrallinie, aborale heften sich an eine, in caudaler Richtung rasch sich verbreiternden Aponeurose fest. Dies vollzieht sich in einer, zur Kiemen-Spalte in leichtem Bogen sich begebenden, Linie (Fig. 45). Der grösste, longitudinale Durchmesser der ventralen Platte beträgt weniger als die Hälfte der dorsalen Ausdehnung. Es handelt sich also um eine starke, dorsale Ausbildung von C_2vd. Dieser hat caudalwärts in der Kiemen-Spalte ein Hemmniss erfahren. In der vorderen Wand der Kiemen-Spalte sind einige kräftige Bündel eingelagert (Fig. 43). Die Nachbar-Bündel der Kiemen-Spalte gehören dem Facialis-Gebiete nicht an. Die Constrictoren-Wirkung hat sich bei C_2vd erhalten. In dessen Lostrennung vom dorsalen Kieferbogen-Muskel

treffen die Befunde von *Menopoma* und *Menobranchus* überein. *Menopoma* zeigt aber eine höhere Ausbildung als *Menobranchus*, nicht allein in der weiten Ausdehnung von C_2vd über fremde Gebiete, sondern vor Allem darin, dass die Kiefer-Bogen-Portion (C_2md) vollständig durch C_2vd bedeckt wird, dass Letzterer sogar das motorische Trigeminus-Gebiet aus der ursprünglich oberflächlichen Lage verdrängt.





Figg. 43 und 44.

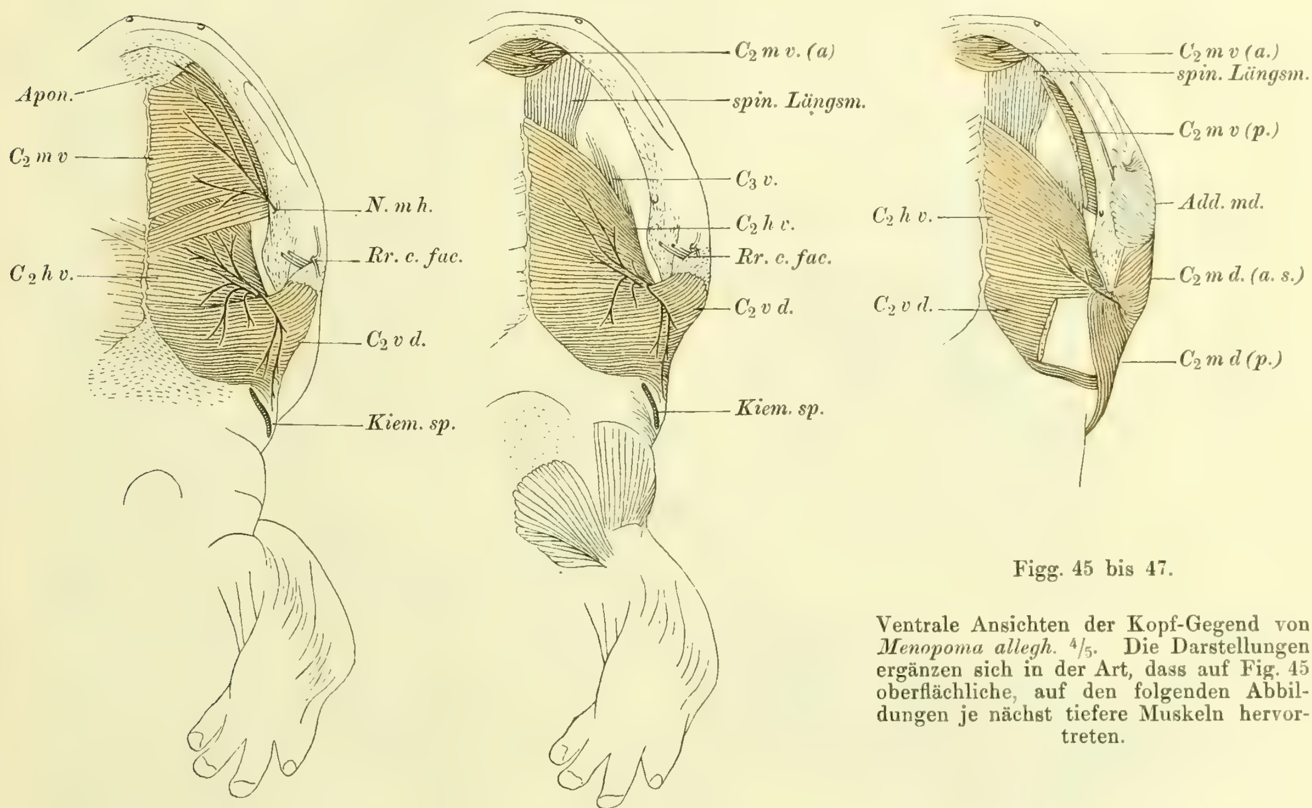
Seitliche Ansichten der Kopf-Hals-Gegend von *Menopoma allegh.* 4/5. Nach der Entfernung der auf Fig. 43 dargestellten, oberflächlichen Schichte konnten auf Fig. 44 die nächst tieferen Lagen dargestellt werden. Dorsal von der Kiemen-Spalte liegen zwei als Thymus bezeichnete, von einander durch die oberflächliche Vene getrennte Körper. Dieselben sind schon makroskopisch von verschiedenartigem Aussehen.

Eine Neuerung tritt bei *Menopoma* fernerhin darin zu Tage, dass die Ventralplatte nicht wie bei *Menobr.* hinten durch eine transversale, sondern durch eine von der Medianlinie in dorso-caudaler Richtung ausbiegende Grenzkontour abgesetzt ist (Fig. 45). Dies hängt mit dem Schwinden der ventralen Hautfalte bei *Menopoma* zusammen. Nach deren Wegfall haben die ventralen Bündel eine aborale Zunahme erfahren können.

Einige Muskelbündel, welche die Ventralplatte gegen die Kiemen-Spalte, also caudalwärts abgrenzen, sind dem Facialis-Gebiete nur theilweise eng angeschlossen. Sie gehören dem Glossopharyngeus zu und sind durch die Bezeichnung C_3v hinlänglich charakterisirt. Nach der Entfernung des Dorsalabschnittes von C_2vd wird die Verlaufsweise von C_3v deutlich (Fig. 44). Das 2,5 mm breite Muskel-Band schiebt sich in dorsaler Richtung unter C_2vd und unter C_2md, um auf diese Weise das Dorsalende des ersten Kiemen-Bogens zur Anheftung aufzusuchen (Figg. 47 u. 48). Hier ist der Zusammenhang mit C_3d erhalten. Ein feiner Ast des Glosso-pharyngeus innervirt den Muskel.

Die ventralen Schichten, dem Constrictor-Systeme entstammend, sind dem Vorhergehenden gemäss bei *Menopoma* und *Menobr.* nicht gleichwerthig zu erachten. Bei *Menop.* sind Bausteine zweier Segmente, bei *Menobr.* solche eines Segmentes zur Verwendung gekommen.

2. C_2hv. Die an den Ventraltheil von C_2vd angeschlossene, ventrale Zungenbein-Bogen-Portion stimmt in der Hauptsache mit derjenigen der Perennibranchiaten überein. Medial vom Kiefer-Winkel am Hyoid befestigt, gewinnt die tiefere Schichte durch ihre quer verlaufenden Bündel Anschluss an C_2vd (Figg. 46 u. 47). Vordere Elemente ziehen mehr und mehr median- und oralwärts und schieben sich dabei,



Figg. 45 bis 47.

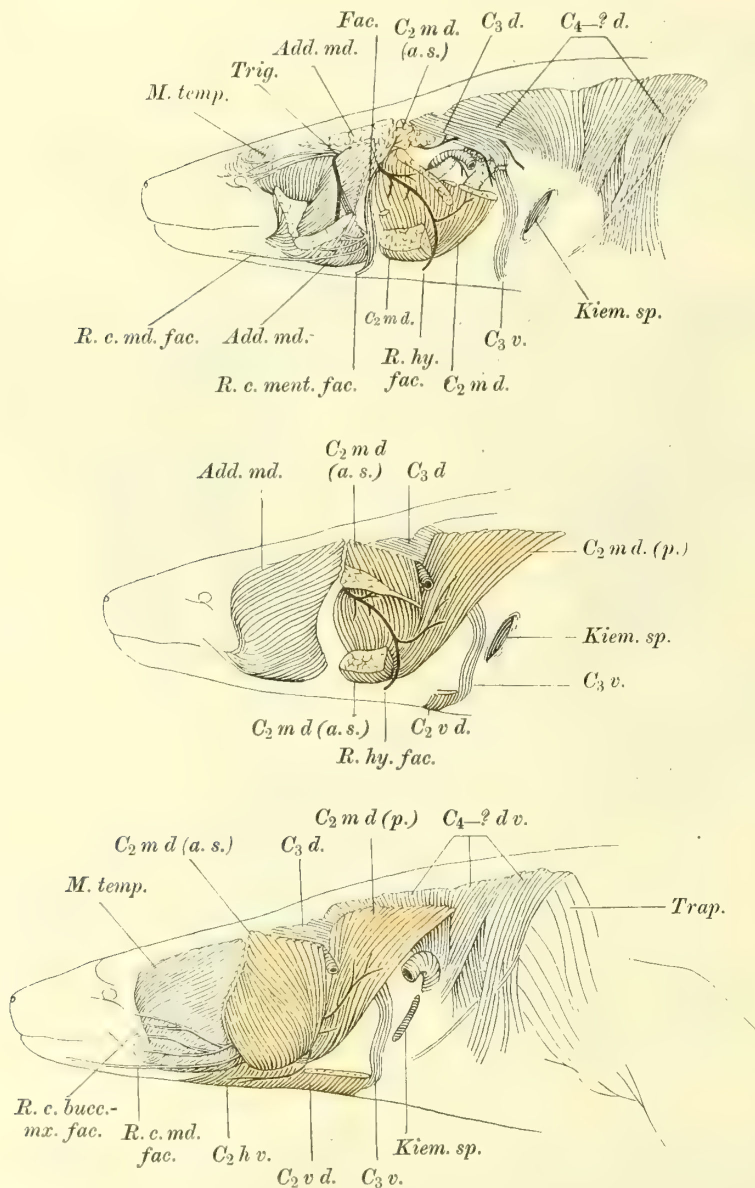
Ventrale Ansichten der Kopf-Gegend von *Menopoma allegh.* 4/5. Die Darstellungen ergänzen sich in der Art, dass auf Fig. 45 oberflächliche, auf den folgenden Abbildungen je nächst tiefere Muskeln hervortreten.

bei ventraler Betrachtung, unter den intermandibularen Muskel C_2mv (Fig. 45, vgl. auch FISCHER). Die Insertion erfolgt, wie bei *Menobranchus*, am medianen Sehnenstreifen, welcher dem beiderseitigen Muskel zur funktionell bedeutsamen Einheit verhilft.

C_2hv wird C_2vd im Spannen und Heben des Mundhöhlen-Bodens unterstützen, ausserdem aber das Hyoid oralwärts zu bewegen vermögen.

Abgesehen von Volumsdifferenzen zwischen C_2hv von Perennibranchiaten und *Menopoma* besteht bei Letzterem noch eine wichtige Weiterbildung. Sie besteht in

neu erworbenen Ursprüngen der Hyoid-Schichte vom Schädel. Bei *Menopoma* handelt es sich um eine verhältnissmässig zarte Bündelmasse, welche, aus dem hyoidalen Verbande heraustretend, am Schädel oberhalb des Kiefer-Gelenkes befestigt ist. Eine dünne, sehnige Membran setzt sich von diesem kranialen Bündel auf das knorpelige Hyo-Mandibulare fort. Fischer fand die Festheftung des Muskels bei *Menopoma* an der „lateralen Kante des hinter und unter dem Schädel vorragenden, platten Endtheiles des Zungenbein-Hornes. Bei *Amphiuma* hat der Ursprung eine grössere Dimension gewonnen, indem er an „der lateralen Fläche des hinter dem Schädel vorragenden Endtheiles des Zungenbein-Hornes und an der breiten Sehne, wodurch dieser an dem oberen Theil des Os tympanicum angeheftet ist", gefunden wird (l. c. S. 42 u. 43).



Figg. 48 bis 50.

Seitliche Ansichten der Kopf-Gegend von *Menopoma alleghan.* 4/5. Auf Fig. 48 sind tiefe Schichten, auf den Figg. 49 bis 50 je nächst oberflächliche Schichten zur Darstellung gekommen. Die Figg. 44 und 43 schliessen sich betreffs Darstellung oberflächlicher Lagen an Fig. 50 an.

Wenn man den neuen Beziehungen, welche der Muskel zum Cranium eingegangen ist, Ausdruck verleihen will, so kann man ihn als einen $C_2 hv$ (*cr.*) bezeichnen. Mit dem Erwerbe der festen Verbindung des Hyo-Mandibulare mit dem Cranium werden sich auch am Muskel die Schädel-Ursprünge ausgebildet haben.

$C_2 hv$ äussert demgemäss neben konservativen auch progressive Eigenschaften. $C_2 v$ schliesst sich an primitivere Verhältnisse an; $C_2 d$ hingegen ist der Haupt-Vertreter progressiver Entwickelung, welche im Erwerbe neuen Gebietes sich kund thut.

Die Kiefer-Bogen-Portion ist wie bei *Menobr.* durch C_2md und C_2mv vertreten.

Die ventrale Schichte ist eine intermandibulare; sie wiederholt im Wesentlichen das Verhalten von *Menobranchus*. Dies bezieht sich auch auf die Innervationsverhältnisse. Als wichtige Abweichungen treten indessen vordere, different gewordene Theile auf, welche die Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen.

Der dorsale Abschnitt des Kiefer-Bogen-Muskels weicht in mehreren Punkten von demjenigen bei *Menobr.* ab. Dies trifft mit den Umwandlungen zusammen, welchen das Visceralskelet unterbreitet gewesen ist.

3) C_2md. Der dorsale Kieferbogen-Muskel zerfällt in zwei Schichten. Sie sind durch den motorischen Ast des N. facialis getrennt (Fig. 48). Im Ursprunge sowie in der Insertion sind beide Schichten mit einander verbunden. Die tiefe Portion entspringt an der Occipitalregion des Schädels. Auf der Fig. 48 ist die Ursprungsfläche nach der Loslösung des Muskels zu erkennen; sie dehnt sich längs des Hinterrandes des vom Glosso-phar. beherrschten C_3d aus. Vor der tiefen Portion verästelt sich der Facialis. Vor dessen motorischen Zweigen befindet sich ein schlankes Muskelbündel, welches im Verlaufe zum Kiefer-Winkel der oberflächlichen Portion sich anschliesst.

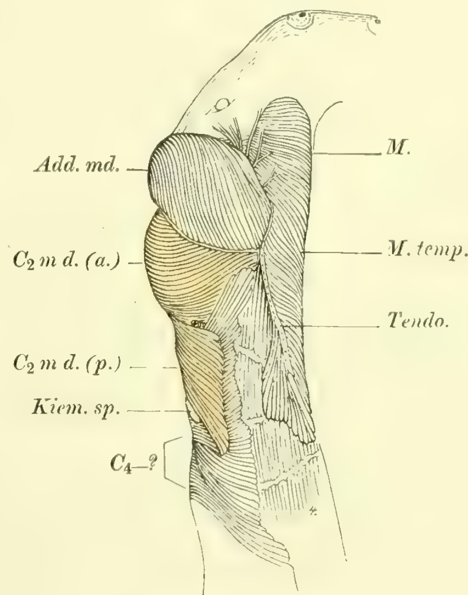


Fig. 51.

Dorsalansicht der Kopf-Nacken-Gegend von *Menopoma allegh.* 4/5. Oberflächliche Muskellagen. Das Facialis-Gebiet, roth überdruckt, schliesst caudalwärts an das Trigeminus-Gebiet an.

Caudalwärts an die kranialen Bündel der tieferen Schichte ist eine sehr ansehnliche Platte angefügt; die dorsale Fascie bildet für sie den Ursprung in einer Ausdehnung von 2 cm (Figg. 49, 50). Die zum Kiefer-Winkel konvergirenden Elemente begrenzen zugleich C_2md (Fig. 50); sie bedecken die motorischen Glosso-phar.- und Vagus-Gebiete sowie einen Theil von C_3v (Figg. 48, 49, 50). Von der bestehenden Kiemen-Spalte bleibt der Muskel 6 mm entfernt (Fig. 49). Bei dorsaler Ansicht tritt die gegenseitige Lagerung deutlichst zu Tage (Fig. 49). Ein lang ausgezogener Nervenast versorgt die aborale Platte (Fig. 49—50). Diese hat durch das Ausgreifen in caudaler Richtung und unter gleichzeitiger Ausbildung einer entgegengesetzten Bündel-Richtung, wie sie C_3d aufweist, sehr grosse Selbstständigkeit erlangt. Bei *Menobranchus* hatte noch ein unmittelbarer Anschluss an C_3d vorgelegen.

Die Vene, welche die Bündel der tiefen Portion durchsetzt (Figg. 44, 49, 50), gehört dem Zungenbein-Bogen zu. Sie gelangt zur Oberfläche unmittelbar vor C_3d (Fig. 48) und giebt demnach etwa die Grenze an, von welcher aus das Facialis-Gebiet in caudaler Richtung über die Glosso-pharyngeus- und Vagus-Region sich sekundär ausgebreitet hat.

Nach Maassgabe der Lagerung des motorischen Facialis-Astes zur tiefen Portion dürfte diese mit dem Gesammtmuskel C_2md von *Menobr.* übereinstimmen. Ich möchte sie auch als den Grundstock von C_2md, alle vor und oberflächlich von dem motorischen Nerven gelagerten Massen jedoch als sekundär entstandene betrachten. Wir begegnen den letzteren in der „oberflächlichen" Portion. Ihr gehört zunächst jenes kleine Bündelchen zu, welches vor und über dem motorischen Aste sich befindet (Fig. 49). Der Ursprung der Hauptmasse liegt gemeinsam mit demjenigen der tiefen Schichte am Schädel, seitlich von der dorsalen Rumpf-Muskulatur; er dehnt sich vor dem Glossophar.-Gebiete aus (Fig. 48). Ausserdem dehnen sich die Ursprungsbündel längs einer Leiste des knöchernen Schädels ventralwärts aus. Unmittelbar vor ihnen drängt die oberflächliche Kau-Muskulatur sich hervor (Figg. 50, 51), sodass die motorischen Gebiete des Facialis und Trigeminus an einander stossen, und der N. facialis weite Strecken von seinem motorischen Endgebiete bedeckt wird. Die grosse Anzahl sensibler Facialis-Aeste bei *Menopoma* bewahrt ihren Austritt zwischen der Trigeminus- und Facialis-Muskulatur (Figg. 48, 50), indessen die motorischen Aeste am caudalen Randtheile von C_2md (sup.) in oberflächlicher Ausbreitung zu C_2vd und C_2hv gelangen (Figg. 44, 48, 49, 50).

Die dorsalen Bündel der oberflächlichen, nahezu quadratischen Schichte bilden den aboralen, die neben dem Trigem.-Gebiete entspringenden den oralen Abschnitt des Muskels. Wie die Schnittflächen der beiden Lagen von C_2md zeigen, handelt es sich um ein sehr kräftiges Gebilde von 4—7 mm Dicke. Die gemeinsame Insertionsfläche ist der nach hinten vorspringende Kiefer-Winkel, welcher, von der Ventralfläche betrachtet, spitz ausläuft (Fig. 47). Die starke Endsehne dringt vom Kiefer-Winkel weit in's Innere des Muskels ein. Die Wirkung von C_2md beruht, wie mir scheint, einzig und allein in der Oeffnung der Mund-Spalte. Die Senkung des Unterkiefers wird in sehr präciser Weise zu Stande kommen, da der Muskel z. Th. vor, z. Th. hinter der Insertion seinen Ursprung hat (vgl. Fig. 47), und der Ausschlag der Wirkung in der Dorsalbewegung des Kiefer-Winkels sich äussern muss.

Die Muskelwirkung erscheint demnach bei *Menopoma* als eine specialisirte, frei von jeder Nebenwirkung auf das übrige Visceralskelet. Von einer Constrictoren-Wirkung des Muskels kann wohl kaum mehr die Rede sein.

4. C_2mv. Der Muskel ist in eine hintere Hauptplatte und in einen vorderen, kleineren Abschnitt getrennt. Der Ursprung der Ersteren liegt an der Innenfläche der Mandibula, dem ventralen Rande der Letzteren benachbart. Die vorderen Bündel der Hauptplatte bleiben von der Kiefer-Symphyse gleichweit wie die aboralen Ursprungsbündel vom Ende der Mandibula, ca. 1,4 cm, entfernt (Fig. 47). Die aboralen Bündel entspringen in der Nähe der Oeffnung des Nerven-Kanales, aus welchem der für C_2mv bestimmte Trigeminus-Ast, N. m. h., heraustritt. Vordere Bündel verlaufen, der Kiefer-Wand angelagert, oralwärts, hintere schlagen mehr und mehr einen transversalen Verlauf zur medianen Sehne ein. Die hinteren Randbündel sind in ihrem Verlaufe median- und caudalwärts gerichtet (Fig. 45).

Menopoma und *Proteus* sollen, wie Fischer angiebt, die einzigen Vertreter unter

den Perennibranchiaten und Derotremen sein, bei denen der paarige, intermandibulare C_2mv in der ventralen Medianlinie nicht zu einem einheitlichen Muskel zusammenfliesse, sondern durch eine Art Linea alba in derselben getrennt bleibe (l. c. S. 41). Ein Zusammenfliessen der beiderseitigen Muskel-Platten tritt nach meiner Erfahrung bei Amphibien nicht in die Erscheinung; es leitet sich erst bei höheren Wirbelthier-Abtheilungen ein.

Vordere Muskelfasern von C_2mv, welche bei *Menobr.* in rein transversaler Anordnung sich befinden, divergiren bei *Menopoma* vor- und medianwärts und heften sich an einer derben Sehnen-Platte fest, welche, mit der gegenseitigen vereinigt, der Symphysen-Gegend des Kiefers sich anfügt (Fig. 45). Die Sehnen-Platte bedeckt den zwar kleinen, aber sehr kräftigen, aus queren Fasern aufgebauten, vorderen Muskel-Abschnitt C_2mv (a.). Sehnen-Platte und Muskel sind einander innig adhaerent, sodass die Endsehne der Hauptportion den Anschluss an den vorderen Abschnitt erhält.

Nach der Entfernung des Fascien-Blattes zeigt die vordere Portion grösste Selbstständigkeit. Scharf geschnittene, aborale Randbündel laufen vom Kiefer, leicht gebogen, die Konvexität caudalwärts gerichtet, über die Medianlinie in die Elemente des Partners aus. Nach vorn schliessen kräftige Muskelbündel an, welche, in die Tiefe eintauchend, neuen Faserbündeln Platz machen. Die der Symphyse benachbarten, kurzen Elemente sind wie bei *Menobr.* quer gerichtet (Fig. 47). Die Kiefer-Insertion des Rectus-Systemes wird vom vorderen, intermandibularen Muskel bedeckt. Derselbe theilt die gleiche Innervation mit dem Hauptmuskel C_2mv (*post.*). Er füllt die Lücke aus, welche letzterer frei lässt. Er fehlt bei *Menobranchus*. In seiner Nachbarschaft ist kein anderes Gebilde namhaft zu machen, mit welchem eine Verwandtschaftlichkeit vorliegen kann. Der Muskel ist ein neues Glied in der motorischen Facialis-Gruppe; er lässt sich nur als ein von C_2mv, bei *Menopoma* und verwandten Amphibien abgegliedertes Stück beurtheilen. Es werden ursächliche Momente für die Sonderung der vorderen Portion von C_2mv vorgelegen haben, welche mit der Funktion derselben in Einklang gebracht werden können. Wir begegnen dem Muskel bei *Cryptobranchus* und bei den Anuren wieder; wir wollen ihn fernerhin als C_2mv (*ant.*) im Gegensatze zu C_2mv (*post.*), zur Hauptmuskel-Platte, bezeichnen.

Der entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung fällt die Aufgabe anheim, die Ontogenie des Muskels klar zu legen, nachdem die vergl. Anatomie den Weg hierzu gewiesen hat.

Der Nervenast für C_2mv entstammt, wie bei *Menobranchus*, dem Trigeminus.

Der hier zum ersten Male in die Erscheinung tretende C_2mv (*ant.*) fehlt nicht allein bei *Menobranchus*, sondern auch bei allen anderen Perennibranchiaten. G. Fischer hebt mit Recht dessen Gleichartigkeit mit dem, beim Frosche von Ecker als Submentalis, von Cuvier als M. transversus, von Dugès als M. sous-mentonnier beschriebenen Muskel hervor. Der Autor hat nicht ermitteln können, ob C_2mv (*ant.*) vom Trigeminus oder vom Facialis Aeste erhalte, wenn schon es ihm nach Volkmann's Versuchen (1843) wahrscheinlich sei, dass der Facialis den Muskel des Frosches innervire (l. c. S. 48).

Vergleich der Befunde bei *Menopoma* und *Menobranchus*. *Menopoma* hat im Vergleiche mit *Menobranchus* in allen Punkten Ausbildungen seines motorischen Facialis-Gebietes zu verzeichnen. C_2vd ist durch die Ausbreitung über C_2md und über die Kau-Muskulatur um Vieles selbstständiger geworden, als es bei *Menobr.* der Fall ist; der Muskel hat zugleich an Ausdehnung in caudaler Richtung gewonnen. Er verhält sich jedoch durch den Anschluss eines Theiles von C_3v an seinen aboralen Rand zur Nachbarschaft ursprünglicher, als der Muskel von *Menobranchus*.

C_2hv hat bei *Menopoma* Ursprungsflächen am Schädel und Hyo-Mandibulare gewonnen und erhebt sich dadurch über den Muskel bei *Menobranchus*.

C_2dm hat bei *Menopoma* an Mächtigkeit zugenommen, zwei Schichten zur Ausbildung gebracht, jegliche Ursprungs-Beziehungen zum Visceralskelete verloren und dadurch wohl eine grössere Einseitigkeit, aber doch auch ein höheres Wirkungsvermögen auf die Mandibula erworben. Der Muskel erscheint bei *Menopoma* ausschliesslich als Senker des Unterkiefers bedeutsam. Er hat bei *Menobr.* auch als Anzieher des Kiemen-Bogens gedacht werden können und besitzt demgemäss noch keine so hochgradige, funktionelle Differenzirung wie bei *Menopoma*. Bei diesem erwarb er sich das Prädikat eines „Depressor maxillae inferioris“.

Die anatomische Loslösung der Schichte C_2vd von C_2md hat die funktionelle Sonderung der Muskeln hochgradig beeinflusst.

C_2mv hat bei *Menopoma* einen neuen Spross getrieben, welcher als ein selbstständiger, wenn schon kleiner Muskel in der Regio intermandib. ant. hinter der Kiefer-Symphyse lagert. Bei *Menobr.* wird an der entsprechenden Stelle ein separater Abschnitt nicht angetroffen. Die ventrale Oberfläche des diskreten, neuen Gliedes von *Menopoma* ist von einer Fascie überkleidet, welche vordere Bündel von C_2mv (*post.*) aufnimmt. Hierdurch kommt C_2mv (*ant.*) in eine tiefere Schichte zu lagern.

5. Des N. facialis motorische Aeste.

Nach dem Austritte aus dem Schädel in der Nähe des knorpeligen Hyo-Mandibulare, welches dem Cranium anlagert, zerfällt der Facialis in vier Aeste. Zwei von ihnen sind sensibler, zwei motorischer Natur. Die sensiblen Nerven verlaufen zwischen der Trigeminus- und Facialis-Muskulatur ventralwärts. Einer der zwei motorischen Aeste bleibt im dorsalen Gebiete und versorgt den kräftigen, kranialen Ursprungstheil von C_2md (Fig. 48). Der andere Ast zieht zwischen den beiden Schichten von C_2md ventral- und caudalwärts und entsendet, bevor er am aboralen Rande der oberflächlichen Muskellage zum Vorscheine kommt, Zweige zur tiefen Schichte (Fig. 49). Ein dorsalwärts ziehender Nerv gehört dem von der Dorsalfascie entstehenden Muskel zu (Figg. 44, 49 u. 50). Der ventralwärts weiter ziehende Ast innervirt C_2vd und C_2hv. Der Nerv tritt am Vorderrande von C_2vd zur Oberfläche (Fig. 43, 45 u. 46), entsendet dorso-caudalwärts einen Zweig zu C_2vd, desgleichen kleine Zweige in ventro-caudaler Richtung (Figg. 43 u. 45). Kräftige Aeste ziehen oralwärts und breiten sich auf C_2hv aus (Figg. 45 u. 46). Nach Maassgabe der Anordnung der Muskulatur in dorsale (dorso-laterale) und ventrale Glieder lassen

die motorischen Nerven in dorsal und ventral verzweigte Gebilde sich eintheilen. In dieser Beziehung besteht grosse Gleichartigkeit mit den Befunden bei *Menobranchus*. Wichtige Abweichungen von letzteren bestehen im Verlaufe des motorischen, ventralen Nerven unter der Portio superfic. von C_2md, sowie im Hervortreten an deren aboralem Rande. Da der Nerv bei *Menobranchus* oral vom gesammten, motorischen Facialis-Gebiete, zwischen ihm und der Trigeminus-Muskulatur, heraustritt, so hat die Portio superfic. von C_2md als Neubildung aufgefasst werden müssen. Der Austrittsplatz der sensiblen Facialis-Aeste zwischen Fac.- und Trig.-Gebiete hatte dabei keine Verschiebungen erfahren.

Die auch bei *Menopoma* nahe den Austrittsstellen bestehende Anastomose zwischen Glosso-pharyngeus und Facialis, vermittelst welcher dem Letzteren Elemente des Ersteren zugeführt werden, legt die Annahme der Zusammensetzung der als C_2md und C_2vd vorgeführten Gebilde aus zwei verschiedenen, motorischen Gebieten nahe.

Die Innervation des vorderen, recenten Abschnittes und der hinteren Stamm-Portion von C_2mv fällt, in übereinstimmender Weise mit dem Zustande bei *Menobranchus*, dem Ram. III nervi trigemini zu. Der betreffende Nerv (*N. m. h.*) erreicht nach dem Verlaufe durch die Kiefer-Muskulatur (Fig. 48) die Mandibula, durchbohrt diese, erreicht C_2mv am aboralen Rande und verästelt sich auf der ventralen Muskelfläche (Fig. 45). Der Nerv erschöpft sich im C_2mv (*ant.*).

Es ist eine intrakraniale Wurzel-Verbindung zwischen Trigeminus und Facialis bei *Menopoma* in ähnlicher Weise anzunehmen, wie sie für *Siredon* und *Menobranchus* vorausgesetzt werden muss. Eine derartige Wurzel-Anastomose kann die Facialis-Natur des N. mylo-hyoideus erklären.

2. *Cryptobranchus japonicus.*

Die Gesammt-Anordnung des motorischen Facialis-Gebietes ist eine gleiche wie bei *Menopoma*, und nur in Einzelheiten bestehen beachtenswerthe Differenzen. *Cryptobranchus* nimmt zu *Menobranchus* etwa eine gleiche Stellung, wie *Menopoma* zu *Menobranchus*, ein.

1. C_2vd. Dorso-ventral durchlaufende Bündellagen sind im Vergleiche mit denen bei *Menopoma* unansehnlich; sie entstehen an der dorso-lateralen, oberflächlichen Fascie des Kopfes (Fig. 52)[1]. Es handelt sich um zwei, durch ein oberflächliches, venöses Gefäss von einander getrennte Muskel-Platten. Dieselben sind etwa von gleicher Mächtigkeit, 1 cm breit. Die vordere Platte entsteht an der Dorsalfascie in einer

---

1) J. G. FISCHER (l. c. S. 43) giebt für den Ursprung derjenigen Portion des „M. mylo-hyoid. post.", welche hier als C_2vd aufgeführt ist, die oberflächliche Aponeurose der Nacken-Gegend an. Dieselbe reicht bis an die Proc. spinosi. Die Muskelfasern schlingen sich hinter dem Unterkiefer nach unten und innen herum, um an die Zungenbein-Bogen-Portion sich anzuschliessen.

kranialwärts konkaven Linie, welche in der Höhe des Kiefer-Winkels beginnt und in caudaler Richtung ca. 1 cm dorsalwärts sich erhebt. Die vorderen, scharf beschnittenen Bündel ziehen ventralwärts zur Medianlinie (Fig. 53).

Ein Faserstrang bedeckt in oberflächlicher Anordnung das genannte venöse Gefäss; er zieht ventralwärts und scheint selbstständig oberflächlich auszulaufen (Fig. 53). Die hintere Platte von C_2vd entspringt in einer ausgezackten, horizontalen Linie von der Dorsalfascie; ihre Fleischfasern ziehen transversal zur Ventralfläche. Hier endigen sie zum Theil in einer oberflächlichen Schichte, und zwar in einer Linie, welche in der hinteren Verlängerung des Unterkiefer-Astes gelegen ist (Fig. 53). Tiefere Bündel laufen zum ventralen, medianen Sehnenbande und zur caudalwärts angeschlossenen Aponeurose, um in letztere, ähnlich wie bei *Menopoma*, längs einer Linie überzugehen, welche lateral- und aboralwärts gerichtet ist.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass Theile der aboralen Muskel-Platte,

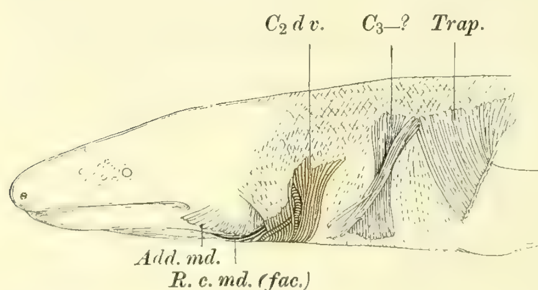


Fig. 52.

Seitliche Ansicht der Kopf-Region von *Cryptobranchus*. 1/2. Die von der Dorsalfascie entstehenden Muskel-Schichten, Abkömmlinge des Constr. sup., kamen zur Darstellung.

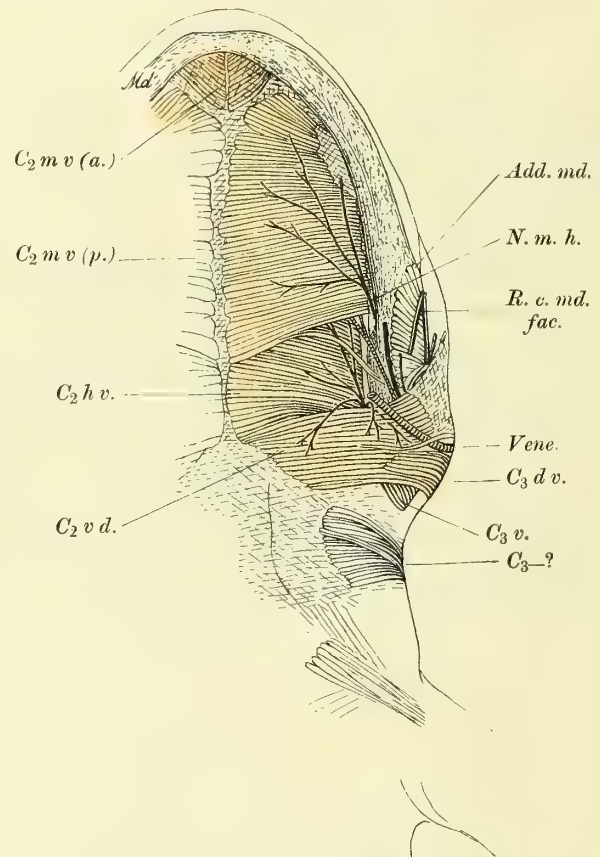


Fig. 53.

Ventrale Ansicht der Intermandibular-Gegend von *Cryptobranchus*. 4/5. Das oberflächliche, motorische Facialis-Gebiet breitet sich in der ganzen Intermandibular-Region aus.

vielleicht sogar die ganze, zum Gebiete des N. glosso-pharyng gehöre. Hierfür sprechen die Thatsache, dass oberflächliche und tiefe Insertionen vorliegen, zweitens die Erscheinung, dass in den N. facialis von *Cryptobranchus*, nahe der Austrittsstelle aus dem Schädel, ein Ast des Glosso-pharyngeus sich einsenkt, dessen terminales Gebiet nicht mit Unrecht in den oberflächlichen Constrictoren-Rudimenten vermuthet werden kann. Die Facialis-Glosso-phar.-Anastomose wurde aufgedeckt, nachdem das Muskel-Gebiet zerstört worden war. Erneute Untersuchungen mit dem bestimmten Zwecke der Aufklärung jenes Punktes sind erwünscht. Drittens gewinnt die Annahme der

Abkunft jener aboralen Platte von Theilen der Schichte $C_3 vd$ an Wahrscheinlichkeit durch den Vergleich des Thatbestandes bei *Menopoma*, bei welchem die betreffende Zusammensetzung der Ventralplatte aus $C_2 vd$ und $C_3 v$ deutlicher vorliegt. Der mit Glosso-phar.-Elementen versehene Facialis-Stamm innervirt den betreffenden Muskel. Hier liegt wiederum einer jener Fälle vor, in welchen die Nervenbahnen auf's Genaueste analysirt sein müssen, um einen Maassstab für die Beurtheilung der Muskulatur in der Hand zu haben.

Dorsal und ventral hat die Muskel-Platte bei *Cryptobr.*, im Vergleiche mi- *Menobr.* an Volum nicht unbedeutend eint gebüsst. Dasselbe trifft im Vergleiche mit *Menobr.* zu.

Caudalwärts von $C_2 vd$ breitet sich ein oberflächliches Muskel-Band aus, welches den Trapezius theilweise bedeckt. Ich bin geneigt, dasselbe dem Vagus-Gebiete zuzurechnen (vergl. Figg. 52, 53, 54, 55).

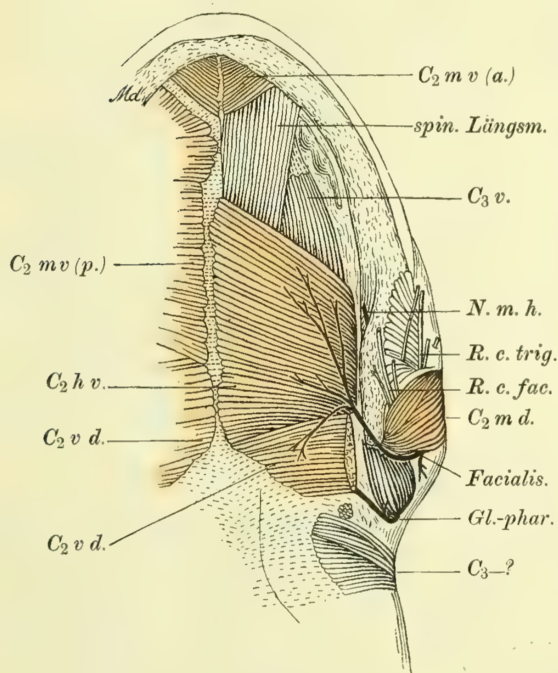


Fig. 54.

Ventrale Ansicht der Intermandibular-Gegend von *Cryptobranchus*. 1/2. Auf der linken Körperseite ist $C_2 vm$ (p.) ganz entfernt. Von $C_2 vd$ ist der dorsale Abschnitt abgetragen, um die Anheftung von $C_2 dm$ zu Tage treten zu lassen.

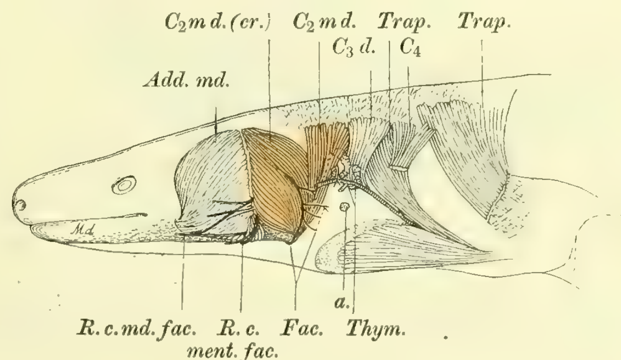


Fig. 55.

2. $C_2 hv$. Der Anschluss der ventralen Zungenbein-Bogen-Portion an $C_2 vd$ ist in der Nähe der ventralen Medianlinie ein sehr enger (Fig. 54). Lateralwärts, gegen den Unterkiefer und das Hyoid zu schiebt sich $C_2 hv$, bei ventraler Ansicht, unter $C_2 vd$ (Figg. 53, 54). Der Ursprung befindet sich wie bei *Menopoma* am Hyo-Mandibulare und im Anschluss an die hyo-mandibularen Bündel am Schädel, weiterhin am Hyoid, sowohl medial vom Kiefer-Gelenke (Fig. 56) als auch weiter oralwärts an diesem Skelettheile (Fig. 54).

J. G. Fischer hat den Ursprung der hier als $C_2 hv$ streng unterschiedenen Muskel-Platte als den Theil eines M. mylo-hyoideus post. zutreffend angegeben, indem

er zugleich die Angaben des holländischen Forschers v. d. Hoeven[1]) zurückweist. Dieser fasste die Portionen $C_2vd + C_2hv$ zu einem Muskel (Constrictor faucium ext.) zusammen. Die Anheftung erfolgt nach Fischer am Aussenrande der hinteren Partie des Zungenbein-Hornes, an welchem sie bis in die Gegend der Unterkiefer-Ecke sich ausdehnt. Es bleibt nur das hinter dem Schädel vorragende Ende des Zungenbein-Hornes vom Muskel unberührt. Ein kleiner Bündel-Abschnitt heftet sich am Os tympanicum, hart über dem Kiefer-Gelenke fest (l. c. S. 43). Der kraniale Ursprung (Quadratbein) war auch v. d. Hoeven nicht entgangen (l. c. S. 28). Aborale Bündel erreichen in querem, orale Elemente in mehr schräg nach vorn gerichtetem Verlaufe die ventrale, mediane Aponeurose. Die Insertionen bleiben von der Kiefer-Symphyse weit entfernt. Der Muskel bedeckt das ventrale, spinale Rectus- und das Glossopharyngeus-Gebiet (Fig. 54).

Das bedeutsamste Moment der Uebereinstimmung zwischen den Muskeln von *Cryptobr.* und *Menopoma* beruht im gemeinsamen Besitze einer Hyo-mandibular- und einer daran angeschlossenen Kranial-Portion, durch welche der Muskel zu einem C_2hv (*cr*) wird. Beide Formen unterscheiden sich durch diese kranialen Ursprünge sehr wesentlich von *Menobranchus*, demgemäss auch von den Selachiern.

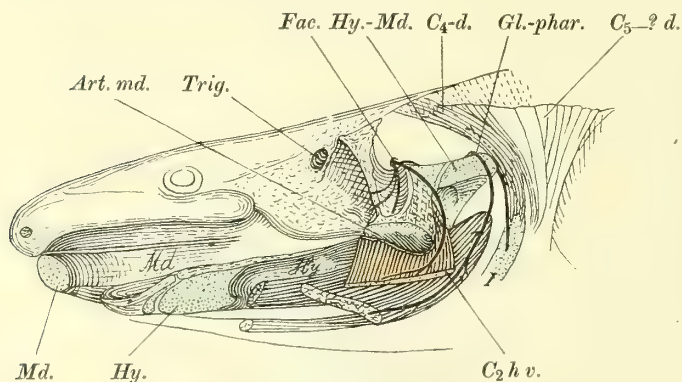


Fig. 56.

Seitliche Ansicht der Kopf-Gegend von *Cryptobranchus* 4/5. Die linke Mandibula ist entfernt, um den Ursprung von C_2hv, sowie den Verlauf vom VII. und IX. Gehirn-Nerven hervortreten zu lassen.

Die kräftige, hyo-mandibulare Ursprungssehne bei *Cryptobr.* bedeutet ein festeres Einbürgern dieser bei Derotremen vorliegenden, neuen Acquisition. Dass es sich um einen neu erworbenen Zustand handle, hat für die Hyo-Mandibular-Portion bei *Menopoma* bereits hervorgehoben werden können.

Die Kiefer-Bogen-Portionen zerfallen in das dorsale und das ventrale Gliedstück. Die Anordnung ist beinahe eine Wiederholung derjenigen von *Menopoma*. Die geringfügigen Abweichungen indessen bezeichnen hier den Werth. Fügen sich solche zu einem Kreise zusammen, so rundet sich mit ihnen auch unser Wissen ab.

3. C_2md. Der Muskel heftet sich ausschliesslich an dem caudalwärts stark vorspringenden Unterkiefer-Winkel fest (Figg. 54, 55). Die Wirkung geschieht von der dorsalen Körperfläche her. Der Muskel ist wie bei *Menopoma* ein Depressor maxillae inferioris. Er zerfällt in eine orale und in eine aborale Portion (Fig. 55). Die orale ist die kräftigste; sie ist geschichtet. Der motorische Ast des Facialis bildet auch hier die Grenzscheide zwischen oberflächlicher und tiefer Lage; er tritt

1) J. v. d. Hoeven. Aanteekeningen over de Anatomie van den *Cryptobranchus japonicus*. Haarlem 1862.

am caudalen Rande der oberflächlichen Schichte hervor (Fig. 55). Letztere ist bedeutend schwächer als bei *Menopoma*; sie entspringt am Lig. intermuscul. zwischen Facialis- und Trigeminus-Gebiete und der scharfen Knochen-Leiste des Schädels zwischen diesen Muskel-Gebieten. Diese oberflächliche Portion sendet ihre Fasern horizontal und schräg zum Kiefer-Winkel. Die tiefe Portion entspringt am Cranium und in der Tiefe an der Seitenfläche vorderer Wirbel, wo sie von der Rücken-Muskulatur bedeckt ist. Sie ragt in caudaler Richtung weit über die oberflächliche Schichte hinaus (Fig. 55).

Die aborale Portion von C_2md entsteht an der Dorsalfascie wie bei *Menopoma*, bedeckt hier die dorsale, zu den Kiemen-Bogen ziehende Vagus-Muskulatur. Bei *Menopoma* wurde auch der Muskel C_3d durch sie überlagert. Die Thymus-Körper schieben sich zwischen C_2md und Vagus-Muskeln ein (Fig. 55). Der Muskel hat kein grosses Ursprungsgebiet; es ist nur 1,2 cm lang. Die Bündel verlaufen steil, unter Schichten-Bildung, zum Kiefer herab, den aboralen Randtheil von C_2d darstellend.

Bei *Cryptobranchus* fehlt eine vom ersten Kiemen-Bogen entstehende Portion, welche bei *Menobranchus*, vielleicht als eine mit C_2d verbundene Glosso-pharyngeus-Portion, besteht. Es ist daher möglich, dass eine mit dem Prädikate C_3d zu belegende Schichte der Portion C_2md einverleibt ist. Es ist insofern unwahrscheinlich, als C_2md seine Nerven direkt aus dem Ganglion des Facialis bezieht (s. FISCHER S. 55). Die typische Anastomose des Facialis mit dem Glosso-phar. kann immerhin eine solche Annahme decken. Der direkte Nachweis steht indessen aus.

Der Muskel C_2md besitzt bei *Cryptobranchus* und *Menopoma* keinen Ursprung am ersten Kiemen-Bogen (FISCHER). *Amphiuma* schliesst sich durch den Besitz einer solchen Ursprungsportion den Perennibranchiaten an (*Siredon*, *Proteus*, *Menobranchus*). *Siren* nimmt durch den Besitz hyoidaler Ursprungsbündel eine Sonderstellung ein.

Die Wirkung der brancho-mandibularen Bündel wird auf eine Erweiterung der Kiemen-Spalten, resp. der einen bestehenden Spalte hinzielen. Das Fehlen der Muskelbündel trifft bei *Cryptobranchus* mit dem Fehlen von Kiemen-Spalten zusammen. Letzterer Form schliessen sich diesbezüglich die Salamandrinen und Anuren an.

Das Fehlen des brancho-mandibularen Muskels bei *Menopoma*, welche Form in gleicher Weise wie *Amphiuma* eine Kiemen-Spalte besitzt, kann vom funktionellen Gesichtspunkte aus nicht ohne Weiteres verständlich erscheinen.

Unter den Perennibranchiaten besitzt allein *Siredon* eine Ursprungsportion von der Fascia dorsalis. Dieselbe ist bei *Menopoma*, *Amphiuma*, *Cryptobranchus* und bei Anuren gut entfaltet.

Die zahlreichen, sensiblen Facialis-Aeste treten zwischen dem Facialis- und Trigeminus-Gebiete, wie bei *Menobr.* und *Menop.*, zur Oberfläche (Fig. 55).

Wenn die oberflächlich vom motorischen Facialis-Aste befindliche Portion der Muskel-Platte C_2md eine sekundär entstandene ist, so entfernt *Menopoma* sich in diesem Punkte weiter vom Indifferenzstadium, als *Cryptobranchus*.

Es ist versucht worden, für C_2md der Amphibien das homodyname, ins Ge-

biet des Glosso-pharyng. gehörende Gebilde anzugeben Fischer vermuthete dasselbe in dem „M. cerato-hyoideus ext.“ (l. c. S. 53). Bei diesen gewiss berechtigten Bestrebungen wird äusserst vorsichtig zu Werke gegangen werden müssen, da die Muskulatur, den Gehirn-Nerven zugehörig, sehr verschiedenartig sich differenzirt hat. Das kommt, was das Facialis- und Glosso-pharyngeus-Gebiet betrifft, bereits bei den Selachiern zu lebhaftem Ausdrucke.

4. C_2mv. Die vordere, abgespaltene und bei *Menopoma* durch grosse Selbstständigkeit ausgezeichnete Bündelgruppe C_2mv (ant.) besitzt bei *Cryptobr.* eine noch ausgesprochenere Individualität. Die Elemente sind fast senkrecht zu denen der Stamm-Platte gestellt (Fig. 53). Die Bündel ziehen ausschliesslich vom Kiefer aus median- und caudalwärts, während sie bei *Menopoma* noch einem transversalen Systeme zugehören. Die beiderseitigen Muskeln treten in einer medianen Raphe, welche bei *Menopoma* nicht erkennbar ist, zusammen. Eine derbe Fascie umhüllt auch hier den Muskel und nimmt vordere Bündel der Hauptplatte auf.

Der unter den Derotremen bei *Menopoma* und *Cryptobranchus* auftretende C_2vm (*ant.*) fehlt bei *Amphiuma* (J. G. Fischer S. 47). Letztere Form schliesst sich diesbezüglich einerseits den Perennibranchiaten, andererseits den Salamandrinen an. Nach Funk's, Dugès's, Wiedersheim's u. A. Darstellungen wird der Muskel bei Letzteren vermisst (s. u.).

Die Wirksamkeit des Muskels als Spanner des Bodens der Mund-Höhle hat durch den schräg caudalwärts gerichteten Faserverlauf bei *Cryptobranchus* vielleicht grössere Bedeutung als bei *Menopoma*.

In der Differenz der Faser-Anordnung zum Stamm-Muskel kommt jedenfalls nicht allein die morphologische, sondern auch die funktionelle Sonderung zum Ausdrucke.

J. G. Fischer's Anschauung von der Funktion des Muskels scheint mir nicht unzutreffend zu sein. Er sieht in ihm nicht allein einen Annäherer beider Kiefer-Hälften gegen einander, sondern vor Allem einen Rotator der Letzteren um deren Längsachse in dem Sinne, dass er dem Masseter, welcher den ventralen Unterkiefer-Rand als Nebenwirkung nach aussen bewegt, entgegenarbeitet (man vergl. Fischer S. 48). Die natürliche Lage jeder Unterkieferhälfte also, welche durch den Masseter Störung erfährt, indem er Letztere um die Längsachse dreht, kann durch C_2mv (*ant.*) erhalten werden. Fischer weist darauf hin, dass der Masseter gerade bei den beiden Gattungen, welche einen C_2mv (*ant.*) besitzen, weit auf die Aussenfläche, ja selbst bis zum ventralen Rande der Mandibula übergreife und demzufolge eine drehende Nebenwirkung zu äussern vermöge.

Eine befriedigende Vorstellung von der jedenfalls komplicirten Wirkungsweise des vorderen Intermandibular-Muskels ist wohl nur durch das Experiment zu erhalten.

Der Muskel dürfte das Anrecht auf einen eigenen Titel beanspruchen, welcher jedoch zweckmässig gewählt werden sollte. Der Lagerung nach ist er ein vorderes intermandibulares, zugleich ein retromentales Glied. Den homologen Muskel hat man bei Anuren einen M. submentalis genannt. Da es aber bei ihm um eine sub-

mentale Lagerung sich nicht handelt, so wollen wir diese Bezeichnung nicht übernehmen. Für uns bleibt jener Muskel zunächst ein retromentales oder ein vorderes, intermandibulares Glied-Stück von C_2mv.

Am hinteren Stamm-Muskel C_2mv ist im Vergleiche mit *Menopoma* die sehnige Ursprungsplatte erwähnenswerth, welche vordere, kinnwärts ziehende Bündel entsendet. Das aborale Randbündel hat seinen primitiven Ursprungsplatz aufgegeben; es verläuft von der medianen, sehnigen Naht bogenförmig lateral- und caudalwärts und sitzt an der Ventralfläche des Kiefer-Winkels fest (Fig. 53). Der Ursprung ist nach G. FISCHER (l. c. S. 43) bis zum hinteren Drittel der Mandibula ausgedehnt.

Die mediane Sehnennaht, welche die beiderseitigen Muskeln aufnimmt, ist schärfer als bei *Menop.* und *Menobr.* ausgeprägt. Sie spaltet sich oral je in einen lateral auslaufenden Schenkel, welcher zwischen vorderes und hinteres Gliedstück von C_2mv sich einschiebt und dadurch auch eine schärfere Scheidung zwischen ihnen bewerkstelligt.

Die motorischen Aeste des N. facialis.

Der Facialis verlässt den Schädel dorsal vom Hyo-Mandibulare, welches dem Letzteren verbunden ist. Ein vorderer Ast des Glosso-pharyngeus senkt sich in den Facialis ein (Fig. 57); er löst sich vom Stamme des IX. Gehirn-Nerven, unmittelbar nach dessen Austritte aus dem Schädel, los[1]. Die Länge des Glosso-phar.-Astes beträgt von der dorsalen Körperseite aus nur 1 cm transversalen Verlaufes, um einen hinteren Zweig des Facialis zu erreichen, welcher als der motorische Strang (R. jugularis FISCHER's) sich zu erkennen giebt. Dieser Facialis-Zweig zieht vor der Hyo-Mand.-Verbindung über den Schädel (Figg. 56, 57), durchsetzt C_2md (Fig. 56), versieht dessen tiefe und oberflächliche Portion mit Zweigen und kommt am Caudalrande der oberflächlichen Schichte zum Vorscheine (Fig. 55), wo die Aestchen für die von der Dorsalfascie entstehende Schichte C_2md sowie für C_2vd abtreten. Die Fortsetzung des motorischen Stranges sieht man über den nach hinten vorspringenden Kiefer-Winkel verlaufen (Fig. 55), um ventralwärts zwischen C_2vd und C_2hv, am Oralrande von C_2vd eine oberflächliche Lage einzunehmen (Fig. 53). Zwei caudalwärts ziehende Fäden versorgen von der Unterfläche her C_2vd, zwei oralwärts sich ausdehnende Stränge verbreiten sich wie bei *Menop.* und *Menobr.* auf der Ventralfläche von C_2hv.

Die Nervenfäden, welche zu der dem Beschauer abgewendeten Fläche von C_2vd sich begeben (vgl. Figg. 53, 55), scheinen im Vergleiche mit den Befunden von *Menopoma* und *Menobr.* neue Erscheinungen zu sein. Vielleicht enthalten sie die Elemente, welche dem Facialis aus dem Glosso-phar. zugeführt werden. Dies wird durch direkte Wahrnehmungen einmal sicher zu stellen sein. Der Ram. communic. inter. VII et IX wäre für die Erklärung eines solchen Verhaltens in Anspruch zu nehmen.

Dem dritten Aste des Trigeminus ist unserer Annahme gemäss derjenige

---

1) Diese bei den Amphibien, mit Ausnahme von *Menobranchus* und *Siren*, bestehende Anastomose ist bei *Cryptobranchus* durch SCHMIDT, GODDARD und v. D. HOEVEN (1862 S. 57) beschrieben worden.

Facialis-Strang einverleibt, welcher, wie bei *Menopoma* und *Menobranchus*, zwischen der geschichteten Trigeminus-Muskulatur und durch den Unterkiefer zu C_2mv verläuft. Die Figg. 53, 54 lassen diesen Nerv (N. m. h.) erkennen. Hier nimmt man zudem wahr, wie sensible Aeste den Ram. III trigemini verlassen, ventral- und caudalwärts ziehen, um Anastomosen mit sensiblen Facialis-Zweigen einzugehen. Letztere sind in horizontale Gruben jener senkrechten Knochen-Leiste des Schädels eingelassen, an welcher Trigeminus- und Facialis-Muskeln entspringen (Fig. 56). Die sensiblen Trigeminus-Facialis-Aeste treten zwischen den motorischen Gebieten der beiden Gehirn-Nerven hervor (Fig. 55), also an Stellen, wo bei niederen Formen ausnahmslos nur Facialis-Zweige gefunden werden. Die vom Trigeminus sich abzweigenden Stränge scheinen demnach dem Facialis zuzugehören, aber ähnlich wie der motorische Nerv (N. m. h.) für C_2mv ihr Stamm-Gebiet aufgegeben zu haben und interkranial bereits dem Quintus assimilirt zu sein.

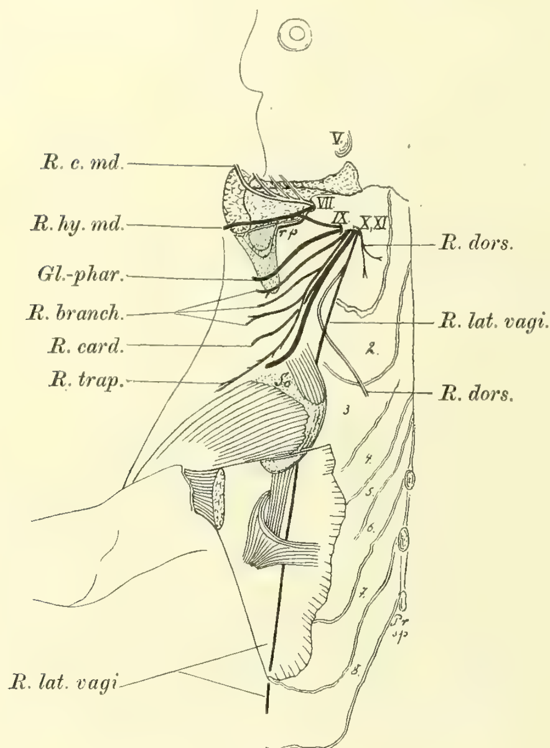


Fig. 57.

Dorsal-Ansicht der Kopf- und vorderen Rumpf-Gegend von *Cryptobranchus*. $^2/_3$. Verzweigungen der Gehirn-Nerven nach dem Austritt aus dem Schädel.

Der Nerv (N. m. h.) verlässt die Mandibula am aboralen Rande des Muskels und breitet sich auf dessen Ventralfläche aus. Ihm scheinen nur wenige, sensible Fasern beigemengt zu sein.

Im Verlaufe durch den Unterkiefer liegen die Nerven den Flächen des Meckel'schen Knorpels auf. So folgt auch der von Hyrtl[1]) beschriebene Canalis mandibularis dem Letzteren, unter Abgabe mehrer Seitenkanäle, bis zum Kinn.

3. C_2vd von *Amphiuma tridactylum*.

Das bei Fischen und Amphibien dorso-ventralwärts durchlaufende Glied der Facialis-Muskulatur C_2vd hat sich, wie aus Fischer's Angaben entnommen werden kann, nach einer ganz besonderen Richtung hin entwickelt. Der Muskel hat seinen queren Bündelverlauf aufgegeben und denselben gegen eine schräge Anordnung eingetauscht. Er hat gleichzeitig seine Anheftung an der Dorsalfascie verloren. Die Anheftungspunkte liegen für alle dorsalen Bündel an dem weit nach hinten vorspringenden Kiefer-Fortsatze. Die Anheftungen liegen für die ventralen Fleischfasern

1) Jos. Hyrtl. *Cryptobranchus japonicus*. Vindobonae. MDCCCLXV.

an einer medianen Sehne sowie an einem quer von dieser zum Humerus ausgedehnten, aponeurotischen Streifen. Das Punctum fixum ist für den Muskel auf die ventrale Körperfläche verlegt; das Punctum mobile liegt am Unterkiefer. Die vom Facialis innervirte Muskel-Platte empfängt durch die gegen die Mandibula konvergenten Fleischfasern eine dreieckige Gestalt. Der von der Ventralfläche auf den Unterkiefer wirkende Muskel ist zu einem Schliesser der Mund-Oeffnung, zum Synergisten der Kau-Muskulatur geworden. FISCHER bezeichnete das zu grosser Selbstständigkeit emporgestiegene Gebilde demgemäss auch als einen Levator mandibulae (max. inf.) adscendens (l. c. S. 64—66). Die morphologische Bedeutung des Muskels wird durch diese Bezeichnung eher verdunkelt, als beleuchtet.

Der laterale, obere, scharf geschnittene Rand des so zum Kiefer-Muskel umgewandelten C_2vd begrenzt mit dem freien, aboralen Rande der Schichte (Depressor mandibulae) ein dreieckiges Feld, dessen Spitze mit der gemeinsamen Insertion am hinteren Kiefer-Fortsatze zusammenfällt. Man vergleiche G. FISCHER, Taf. V, Figg. 1 und 2.

Der ventral ausgebreitete Muskelbauch bedeckt mit vorderen Abschnitten den tiefer gelegenen „M. mylo-hyoideus post.“; dieser befindet sich selbst im oralen Anschlusse an den Mylo-hyoid. ant. Der Mylo-hyoideus post. besteht bei *Amphiuma* nur aus C_2hv; denn die bei den übrigen Urodelen ihm angeschlossene Schichte C_2vd ist zum „Levator max. inf. adsc.“ umgewandelt.

Der Umstand, dass C_2vd als ein frei durchlaufender, quer gebänderter Muskel bei *Amphiuma* fehlt, die Thatsache, dass der Levat. max. inf. adsc. aber an dessen Stelle sich befindet, die Erscheinung ferner, dass Letzterer die ventrale Hyoid-Portion C_2hv (Mylo-hyoid. post.) bedeckt, lassen es hinlänglich gerechtfertigt erscheinen, den genannten Lev. mandibulae adscendens als den umgewandelten C_2vd zu betrachten.

Die Sonderstellung, welche die Schichte C_2vd bei *Amphiuma* einnimmt, hat durch die Festheftung aller dorsalen Bündel-Abschnitte an der Mandibula unter gleichzeitiger Zunahme ihres postartikularen Fortsatzes leicht zu Stande kommen können. Die Eigenthümlichkeit des „Levator max. inf. adsc.“ besteht aber in nichts Anderem, als in jener mandibularen Festheftung, welcher eine Bündel-Verlagerung und die Ausbildung der kräftigen Insertionsportion gefolgt sind.

Es ist J. G. FISCHER's Verdienst, darauf hingewiesen zu haben, dass die Gymnophionen in dem Besitze eines eigenartig specialisirten, ventralen Kiefer-Hebers mit *Amphiuma* übereinstimmen.

Die Beschreibung der Befunde von *Coecilia annulata* bestätigt die Angabe. Dieselbe hat aber die hier vertretene, morphologische Bedeutung des Muskels keineswegs erkennen lassen. Es war vielmehr verlockend, aus FISCHER's bildlicher Darstellung den Lev. max. inf. asc. als einen abgespalteten Theil von C_2md zu betrachten, verlockend auch desshalb, weil dann Anknüpfungspunkte beim Versuche einer Ableitung des motorischen Facialis-Gebietes, speciell des Platysma myoides der Säugethiere, von niederen Form-Zuständen sich ergeben hätten.

Diese Annahme besteht nicht zu Recht. Sie ist nach der Kenntnissnahme der Untersuchungen R. WIEDERSHEIM's[1]) über das diesbezügliche Muskel-Gebiet der Gymnophionen völlig zu verlassen.

Da das Interessanteste sowie das vom motorischen Facialis-Gebiete bei Gymnophionen am genauesten Bekannte gerade auf die Schichte C_2vd sich bezieht, so können die über dieselbe durch FISCHER (1864) und WIEDERSHEIM (1879) bekannt gewordenen Thatsachen hier mit Nutzen Verwerthung finden.

3. *Gymnophionen.* C_2vd.

1. *Epicrium glutinosum* und *Coecilia oxyura* (1879. S. 67): Der Muskel entspringt von der Dorsalfascie und ist an dieser so weit dorsalwärts ausgedehnt, dass er den Levator arcuum branchialium sammt der Thymus bedeckt. Vorn angeschlossene Bündel sind an der hinteren Cirkumferenz des Mandibular-Fortsatzes angeheftet. Die ventrale Bündel-Platte, deren Elemente zur medianen, schrägen Membran ausstrahlen, bleibt von C_2mv (Intermaxillaris ant.) durch einen schmalen Raum getrennt.

Das Verhalten des Muskels weicht nur darin von demjenigen urodeler Amphibien ab, dass einige Fleischfasern an dem hinteren Arm des zweihebeligen Unterkiefers Befestigungen finden. WIEDERSHEIM stellt daher auch den Muskel, welchen er einen Levator mandibulae nennt, mit dem Mylo-hyoideus post. der Urodelen in Parallele, wobei allerdings übersehen ist, dass letzteres Gebilde bei *Epicrium* auch noch eine Zungenbein-Bogen-Portion (C_2hv) enthält.

Eine sehr gute, bildliche Darstellung des Unterkiefers mit dessen kräftigem, hinteren Fortsatze, welcher zur Aufnahme von C_2vd bestimmt ist, findet sich auch auf der Tafel XV des grossen Werkes der Gebrüder SARASIN über *Ichthyophis*[2]). Die Anatomie der Muskeln und Nerven dieses Thieres hat indessen keine Förderung erfahren.

2. *Coecilia lumbricoides* (WIEDERSHEIM S. 66): Die Festheftung der dorsalen Bündel erfolgt in einer starken Sehnen-Platte, welche vom hinteren Ende der Mandibula caudal- und ventralwärts gerichtet ist, um weiterhin spurlos zu verstreichen. Diese Sehnen-Platte ist, wie leicht ersichtlich, ein Produkt der Dorsalfascie, welche bei *Epicrium* die Ursprungsstätte bildet.

Die Muskel-Bündel ziehen vom hinteren Theile der Mandibula aus in fast querer Richtung ventralwärts, von der Sehnen-Platte ventro-caudalwärts. Die aboralen Fasern halten mehr und mehr einen horizontalen Verlauf inne. Die Festheftung oberflächlicher Lagen erfolgt in der Gegend der ersten Myocommata des Pubothoracicus (M. FÜRBRINGER's); während die tieferen Faserlagen mit den Myocommata des Thoracico-hyoideus verschmolzen sind.

Das Punctum fixum des Muskels ist längs der ventralen Anheftungen zu

1) ROB. WIEDERSHEIM. Die Anatomie der Gymnophionen. Jena 1879.

2) P. und FR. SARASIN. Zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der ceylonesischen Blindwühle. *Ichthyophis glutinosa, L.* Wiesbaden 1887—1890.

suchen. Die Insertion wird durch den hinteren Kiefer-Fortsatz sowie durch die von ihm ausgehende horizontale, starke Sehnen-Platte gebildet. Der gesammte Muskel wird direkt sowie mittelst der modificirten, sehnigen Dorsalfascie als Herabzieher des hinteren, langen Kiefer-Fortsatzes, mithin als Schliesser der Mund-Spalte wirksam gedacht werden können. Nebenbei wird er die primitive Funktion von C_2vd als Constrictor der umwandeten Kopf-Darm-Höhle noch auszuüben vermögen. Der Muskel tritt hier in der That der Hauptsache nach als ein Levator max. inf. ascendens auf. Auf diese Weise hat sich C_2vd, welcher bei Fischen und Amphibien ein treuer Begleiter von C_2md ist, von ihm emancipirt und hat selbst zu dessen Antagonisten sich umgewandelt.

3) *Coecilia annulata* (J. G. Fischer, S. 64—66):

Auf Grund der Angaben über C_2vd dieser Form müssen wir dem Muskel einen höheren Grad der Differenzirung zuerkennen. Der Ursprung liegt in ausgesprochener Weise an der ventralen Körperfläche, die Insertion liegt am Kiefer, zu welchem alle Bündel konvergirend verlaufen.

Vordere Bündel entstehen nahe der ventralen Medianlinie von einer die ventrale, spinale Längsmuskulatur überziehenden Fascie. In caudaler und lateraler Richtung folgen Bündel-Ursprünge von einer in einem Halbkreise, medio-lateral ausgespannten Sehne. Am lateralen Drittel der Bauchfläche entspringen in Schichten geordnete Bündellagen von den auf einander folgenden Inscriptiones tendineae des Seitenmuskels.

Der schon 1843 durch Fischer (l. c. S. 42) als Appressor max. inf. beschriebene Muskel wird hauptsächlich als Schliesser der Mundöffnung wirksam sein. Fischer weist auf die unverkennbare Uebereinstimmung des Muskels mit dem „Levator max. inf. asc.“ hin.

Die Vervollkommnung von C_2vd als Kiefer-Heber bei *Coecilia annul.* gegenüber denjenigen bei *Coecilia lumbricoides* beruht allein darin, dass alle Muskelbündel hier direkt dem Kiefer zustreben; während sie dort grösstentheils noch vermittelst der umgewandelten Dorsalfascie zum Kiefer in ein Insertions-Verhältniss gebracht worden sind. Der bei *Coec. lumbric.* noch erkennbare, primitive Querverlauf ist bei *Coecilia annul.*, wie es scheint, ganz und gar in eine schräge Bündel-Anordnung umgeändert.

Amphiuma und *Coec. annul.* weisen in den angeführten Punkten Momente grösster Uebereinstimmung auf. Beide entfernen sich dadurch von allen anderen Amphibien. Durch die Anheftung von C_2vd an den hinteren Fortsatz des Unterkiefers liegen, wie wir sehen werden, Anknüpfungen an die Zustände bei Reptilien vor.

Ob eine ventrale Zungenbein-Bogen-Portion C_2hv bei den Gymnophionen bestehe, wage ich nach den immerhin lückenhaften Litteratur-Angaben nicht zu entscheiden.

C_2mv ist als vorderer Abschnitt eines Intermaxillaris von Wiedersheim (S. 67) beschrieben worden. Derselbe erscheint bei *Epicrium* von C_2hv (Omo-humero-ma-

xillaris WIEDERSHEIM's) durch einen schmalen Raum abgetrennt. Bei *Coecilia lumbric.* indessen befindet sich C_2mv im Anschlusse an C_2hv (Levator mandib.).

C_2md ist von FISCHER bei *Coecilia annul.*, von WIEDERSHEIM bei *Coec. lumbric.* in übereinstimmender Anordnung wahrgenommen worden. Der Ursprung liegt an der Regio petroso-occipitalis des Cranium und am Hyoid-Bogen, die Insertion fällt mit dem Hinterrande der Mandibula zusammen. Der Muskel ist dem cephalo-dorso-mandibularen Gebilde der Urodelen homolog erachtet (WIEDERSHEIM).

Motorische Aeste des N. facialis.

Die Angaben hierüber sind ungenau. Wir erfahren durch WIEDERSHEIM, dass der M. digastricus (C_2md) und der Intermaxillaris s. Mylo-hyoideus (C_2vd + C_2hv (?) + C_1mv) Aeste vom Facialis empfangen. Auch WALDSCHMIDT (1887) tritt für die Innervation des gesammten Mylo-hyoideus, also auch der ventralen Kiefer-Portion C^2mv, durch den Facialis ein[1]).

WIEDERSHEIM stellt die Innervation des intermandibularen C_2mv durch den Trigeminus in Abrede (S. 62) und schiebt sie dem Facialis zu. Es ist jedoch zu bemerken, dass der Facialis intercranial wie bei allen Urodelen einen Ast zum Ganglion des Trigeminus entsendet, dass der R. mandibularis des Letzteren wie bei allen Urodelen einen die Mandibula durchsetzenden Nerv (R. mylo-hyoid.) zu deren Innenfläche entsendet, dass dieser Nerv in der Gegend von C_2mv zur Verbreitung gelangt. Nach WIEDERSHEIM versieht der Nerv bei *Siphonops* und *Epicrium* die Haut des ventralen Mandibular-Randes. Nach FISCHER jedoch innervirt der besagte Ast den Muskel C_2mv. Er könnte die Elemente führen, welche der Facialis dem Trigeminus auch nach WIEDERSHEIM zuführt.

Die Gymnophionen werden wohl schwerlich bezüglich der Innervation der Schichte C_2mv vom typischen Verhalten der anderen Amphibien sich ausschliessen, und bevor die gegentheiligen Angaben nicht eine Bestätigung erfahren, möchte ich eher den Angaben FISCHER's beipflichten.

4. *Salamandrina.*

1. *Geotriton fuscus.* Die Beschreibung, welche R. WIEDERSHEIM (1875)[2]) vom Zungenbein-Apparate giebt, ist auch zur Beurtheilung des motorischen Facialis-Gebietes geeignet. Die bei *Menopoma* und *Cryptobranchus* auftretenden Muskeln finden sich in etwas veränderter Gestalt auch hier wieder.

C_2vd. Die dorso-ventralwärts durchlaufenden Bündel sind am hinteren und aufsteigenden Fortsatze des Tympanicum festgeheftet; sie ziehen hinter dem Kiefer-Gelenke ventralwärts und strahlen in die mediane, ventrale Aponeurose aus. Die vorderen Bündel scheinen ventralwärts einen innigen Anschluss an C_2hv

---

1) WALDSCHMIDT, JUL. Zur Anatomie des Nervensystems der Gymnophionen. Inaugur.-Dissertation. Bern. 1887. (Ersch. bei Fischer-Jena). Seite 12.

2) WIEDERSHEIM, ROB. Salamandrina perspicillata und Geotriton fuscus. Versuch einer vergleichenden Anatomie der Salamandrinen. Mit 17 lithogr. Tafeln und drei Holzschnitten. Würzburg 1875.

zu erfahren. Die Gesammtschichte kann eine stattlich entwickelte nicht geheissen werden.

Von den Zungen-Bein-Bogen-Portionen besteht C_2hv in vollster Entwicklung. Die Muskel-Platte entspringt vom gekrümmten, hinteren Zungenbein-Horne, welches mit dem Knorpel des Quadratum zu verschmelzen im Begriffe steht. Die Bündel der breiten Ursprungsmasse divergiren ventralwärts in oraler und aboraler Richtung. Sie heften sich an der breiten, medianen Aponeurose fest. Orale Theile schieben sich in ursprünglichster Weise unter C_2mv. Die aboralen Grenzbündel, lateral noch von C_2vd bedeckt, schliessen weiter medianwärts an diesen an, indem sie in gleiches Niveau zu liegen kommen. Auch hierin liegt eine principielle Uebereinstimmung mit *Menobranchus*, *Menopoma*, *Cryptobr.* vor.

Die vom Zungen-Bein-Horne entspringende Portion „scheint nach DUGÈS[1]) und von SIEBOLD's[2]) Beschreibungen auch den Salamandrinen zu fehlen" (vgl. J. G. FISCHER S. 44).

C_2md. Die dorsale Kiefer-Bogen-Portion scheint, soweit die kurzen Angaben ein Urtheil zulassen, keine Besonderheiten zu zeigen. Der ganzen Anordnung nach ist sie ein cephalo-dorso-maxillarer Muskel (M. FÜRBRINGER), welcher als ein Depressor maxillae inf. wirkt (SIEBOLD). Die Bezeichnung des Muskels als Digastricus ist auch hier in jedem Sinne zu verwerfen.

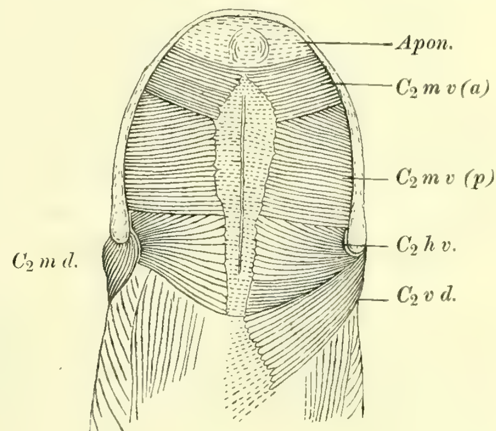


Fig. 58.

Ventral-Ansicht des Kopfes von *Geotriton fuscus* nach R. WIEDERSHEIM (1875). Links ist die Schichte C_2vd entfernt, um die Insertion von C_2md am Kieferwinkel zu zeigen.

C_2mv. Die ventrale Kieferbogen-Platte zeigt die wesentlichsten Modifikationen. Sie ist intermandibular gelagert, gliedert sich wie bei *Menop.*, und *Cryptobr.* in einen vorderen, kleinen Theil und in eine Hauptplatte. Der Intermaxillaris ant. (M. FÜRBRINGER's) ist völlig selbstständig geworden und schiebt sich bei entgegengesetzter Bündel-Richtung ventralwärts eine gute Strecke weit über die hintere Hauptplatte. Die oralen Bündel des Intermand. ant. gehen in einander über, bleiben aber beträchtlich weit von der Kiefer-Symphyse entfernt. Die Lücke ist von einer Fascie ausgefüllt.

Die Stamm-Platte C_2mv zeigt im Ursprunge und Verlaufe nichts Eigenthümliches. Die mediane Aponeurose jedoch, welche den beiderseitigen Muskel aufnimmt, zeichnet sich durch stattgehabte Breitenzunahme aus.

Auf die vergleichend-anatomischen Bemerkungen, welche WIEDERSHEIM

1) ANT. DUGÈS. Recherches sur l'ostéologie et la myologie des Batraciens à leurs différens âges. Savans Etrangers. Tome VI. Paris 1834.

2) VON SIEBOLD, C. TH. E. Observationes quaedam de Salamandris et Tritonibus. Berolini MDCCCXXVIII.

(S. 183) seiner Beschreibung folgen lässt, weise ich nur hin; sie leisten unseren Zwecken keinen Vorschub.

Die Facialis-Muskulatur von *Geotriton* trägt den Charakter niederer Amphibien.

Die Lücke zwischen Kiefer-Symphyse und zwischen C_2mv (ant.) dient zur Aufnahme eines grösseren Packetes von Haut-Drüsen (Submaxillar-Drüse Wiedersheim's) und ist vielleicht eine Adaptionserscheinung an diese.

2. *Salamandra.* Die Muskulatur von *Salamandrina perspicill.* stimmt mit derjenigen von *Salamand. maculosa* überein (cf. R. Wiedersheim 1875, S. 162).

Nach F. Walter (1887) besteht der M. mylo-hyoideus bei Urodelen aus Theilen, deren einer nach der intermandibularen Lage ein C_2mv ist. Der andere Theil ist ein „Mylo-sternalis" genannt worden, und zwar wegen seiner Anheftung am hinteren Mandibular-Ende sowie an der Brustfascie. Dass dieser Theil einem C_2vd entspricht, welcher beim *Triton* von C_2mv scharf abgesetzt, beim Salamander aber mit ihm vereinigt ist, unterliegt wohl kaum einem Zweifel.

Die vordere Portion von C_2mv, Fürbringer's Intermaxillaris anter., ist durch Walter (pag. 20), welchem der Muskel aus der Litteratur unbekannt geblieben ist, bei *Salam. atra* als eine „eigenthümliche Verstärkung" des Mylo-hyoideus angegeben; sie fehlt bei *Salam. maculosa.* Wenn dem so ist, so stellt sich die Thatsache heraus, dass der Intermax. ant. den niedrigsten und den höchsten Vertretern der Urodelen fehlt, die Caducibranchiaten ihn indessen besitzen.

5. *Anuren.*

Rana. Ecker's genaue, sorgfältige Darstellung anatomischer Einrichtungen beim Frosche ist für unsere Zwecke verwerthbar[1]). Wir entnehmen aus dem Buche, dass der Frosch auch bezüglich des motorischen Facialis-Gebietes als der Repräsentant eines Seitenzweiges der Amphibien betrachtet werden müsse, dass ein Anschluss an die höheren Wirbelthier-Abtheilungen nicht annehmbar sei. Das geht nämlich sofort aus dem gänzlichen Fehlen der Muskelschichte

C_2vd hervor. Nach den Beschreibungen und den so klaren, bildlichen Darstellungen ist auch nicht ein Bündelchen auf eine dorso-ventral durchlaufende Schichte beziehbar. Die Reduktion derselben entfernt den Frosch weit von tiefer stehenden Amphibien und entzieht ihn dem Anschlusse an die Amnioten. Als ein Vertreter der anuren Amphibien gehört er auch in dieser Beziehung einem Seitenzweige mit sehr hoher Entwickelung an. Walter's Angaben (1887) weichen von denen Ecker's ab. Nach ihnen entsteht eine Muskel-Portion vom Petrosum; sie verläuft hinter dem Kiefer-Gelenke zur Sternalgegend und wird als „Mylo-sternoideus" Zenker's (1825), der Petro-sternoideus Walter's, als ein Theil des Mylo-hyoideus, vorgeführt. Sie kann, wenn sie kein C_2hv ist, nur als C_2vd gedeutet werden, was für Bombinator insofern besser zutrifft, als ein Muskelbündel zur Haut der lateralen Körper-Gegend zieht.

1) Al. Ecker. Die Anatomie des Frosches. Ein Handbuch für Physiologen, Aerzte und Studirende. 1. Abth. Knochen- und Muskellehre. 2. Aufl. Braunschweig 1888.

Die dorsale Zungen-Bein-Bogen-Portion C_2hd fehlt. Der Frosch theilt diesen Zustand mit den Perennibranchiaten sowie mit den Derotremen.

1. C_2hv, die ventrale Zungen-Bein-Bogen-Portion hat sich erhalten; aber nur im bescheidenen Muskelbande wird sie als schwaches Residuum des bei niederen Formen äusserst stattlichen Muskels analysirbar. Sie hat die Selbstständigkeit fast ganz verloren und ist von ECKER als kleine, hintere Portion des M. submaxillaris, also von C_2mv, aufgeführt (S. 75, Fig. 59)[1]. Der Ursprung vom vorderen, knorpeligen Zungenbein-Horne, welches aus dem knorpeligen Os petrosum hervorgeht, sowie der transversale Verlauf zur Linea alba charakterisiren den Muskel hinlänglich. Der Ursprungskopf steigt längs des Hyoids herab, um dem Submaxillaris sich anzufügen. Feine Bindegewebs-Lamellen verbinden den Muskel mit der Haut der „Kehle“.

Vergleicht man diese genaue Beschreibung und die überaus deutlichen Abbildungen ECKER's mit den gegentheiligen Darstellungen F. WALTER's, nach denen ein C_2hv nicht, wohl ein Stylo-hyoideus bestehe, so ergeben sich Zweifel an der Richtigkeit der Letzteren (vergl. 1887 S. 21 u. s. w.).

Der Zungenbein-Muskel hat sich beim Frosch eine oberflächliche Lagerung erworben.

Während C_2vd eliminirt ist, und C_2hv auf dem Aussterbeetat sich befindet, treten die Kiefer-Bogen-Theile in ihr altes Recht.

2. C_2md zeigt die Anordnung, wie der Muskel niederer Amphibien. Er entspringt dorsal, zieht zum Kiefer-Winkel und wirkt durch Herabziehung des Kiefers als Oeffner der Mund-Spalte. Als Depressor maxillae inferioris (CARUS, ZENKER) entspringt C_2md nach ECKER (l. c. S. 72) fleischig vom hinteren, oberen Arme des Tympanicum sowie vom hinteren und unteren Rande des Trommelfell-Ringes. Ausserdem entsteht C_2md von der Dorsalfascie, welche vorn den M. temporalis, caudalwärts die Scapula bedeckt. Die Bündel ziehen insgesammt zum hinteren Winkel des Unterkiefers.

Die Fascien-Ursprungsportion der Anuren kann natürlich nur als ein Erbtheil von den urodelen Amphibien her ausgegeben werden. J. FISCHER entfernt sich indessen von unseren Anschauungen, wenn er sagt, dass bereits beim Frosche jene Portion zu der kranialen hinzukomme, dass dieselbe bei den Perennibranchiaten stärker geworden sei. Der klassische Repräsentant der schwanzlosen Amphibien begab sich in jeder Beziehung auf Abwege von der grossen, vorwärts führenden Entwickelungsstrasse. Ihm muss in seinem phylogenetischen Verstecke von anderen Seiten Licht zugeführt werden, während er selbst die Organisationspläne niederer Formen wohl nur selten, und auch dann nur wenig, zu erleuchten vermag.

Der Depressor max. inf. des Frosches enthält sehr wahrscheinlich Bestandtheile aus dem Glosso-pharyngeus-Gebiet. Es liegen ähnliche Verhältnisse wie bei *Cryptobranchus* vor; denn auch beim Frosche zieht ein Ast des Gl.-phar. zum

---

1) WIEDERSHEIM, R. Vgl. 2. Abth. Nerven- und Gefässlehre 1881.

Facialis. R. Wiedersheim beschreibt diesen Ram. commun. und bildet ihn ab (S. 31, Taf. 1). Wo die Elemente des Glosso-phar. den Facialis-Stamm verlassen, ist nicht bekannt. Wahrscheinlich senken sie sich in den Depr. mand. inf. ein; danach wäre dann seine Formel:

$$C_2md + C_3d.$$

3. C_2mv. Das Verhalten des ventralen Kiefer-Bogen-Muskels knüpft auf das Engste an dasjenige von *Menopoma* und *Cryptobranchus* an. Es liegt eine Sonderung der intermandibularen Platte in ein vorderes, retromentales Stück und in eine hintere Hauptplatte vor. Jenem ist durch Dugès, Ecker der Name M. submentalis beigelegt; dieser ist als M. submaxillaris aufgeführt. Diese Namen verdienen den Vorrang vor den völlig unzutreffenden Bezeichnungen: M. lingualis (Zenker; c. f. Ecker, S. 75), M. mylo-hyoideus (Cuvier), M. mylo-sternoideus.

Es ist erwähnt worden, dass Ecker's M. submaxillaris in hinteren Bündeln einen C_2hv befasst.

Die Hauptplatte bildet den Boden der Mundhöhle; ihre Bündel entspringen an der Medialfläche des Kiefers, und zwar nahe dessen oberem Rande. Die Ausdehnung geschieht auch hier nicht bis zum Kiefer-Winkel. Die transversal geordneten Fleischfasern treten mit den anderseitigen in der Linea alba zusammen; diese dehnt sich bis zur Symphyse aus. Die vorderen Muskelbündel reichen dementsprechend bis zur Spitze des Kiefers und bedecken hier die Ventralfläche des Submentalis (Ecker, Figg. 59, 60). Die hintere, intermandibulare Hauptplatte C_2mv (*p.*) des Frosches hat bezüglich der Ausdehnung in oraler Richtung eine Weiterbildung zu verzeichnen; denn bei *Menop.* und *Cryptobr.* füllt das retromentale Gebilde noch eine Lücke im Stamm-Muskel aus. Dem transversal zwischen beiden Dentalia ausgespannten Submentalis kommt das Vermögen zu, die Unterkiefer-Aeste einander zu nähern (Ecker, S. 75).

Innervation.

Die Innervation der vorgeführten und dem Facialis-Gebiete zufallenden Muskeln ergiebt sich aus den Angaben Wiedersheim's.

Motorische Aeste, welche vom Facialis-Stamme sich loslösen, sind zu C_2md (Digastricus Wiedersheim's) verfolgt worden. Ob diesen Fäden Elemente des Glosso-phar. beigesellt seien, bleibt zu erforschen.

C_2md empfängt nach W. auch Zweige vom Ram. III n. trigemini (l. c. S. 24). Die Annahme, dass dieselben als Elemente des Facialis aufzufassen seien, welche mit dem Trigeminus verlaufen, erscheint nach dem heutigen Zustande unseres Wissens hierüber vollauf berechtigt. Oder sollten Abschnitte der Kau-Muskulatur dem Muskel C_2md beigesellt sein? Da der Facialis dem Ganglion Gasseri anfangs angeschmiegt, dann aber gänzlich mit demselben verschmolzen ist (Wiedersheim, S. 27), da fernerhin die Aeste des Facialis nur nach Analogie-Schlüssen und durch die Natur ihrer Verzweigungen, resp. ihrer topographischen Beziehungen, nach Wiedersheim erkennbar sind (o. c. S. 19 Anm.); so wird wohl der zu C_2mv ziehende, scheinbare Trigeminus-

Ast ebenfalls dem Facialis zugehören, was bei der vorliegenden, centralen Verschmelzung beider Hirn-Nerven zu einem Trigeminus-Facialis auf keine Schwierigkeiten der Vorstellung stösst.

Ueber die Innervation von C_2hv ist Befriedigendes nicht auszusagen.

Die Versorgung von C_2mv geschieht durch einen ansehnlichen Ast des Ram. III n. trigemini. Der Nerv durchbohrt den Unterkiefer nicht, und nur hierin bestehen Differenzen zwischen dem Frosch und den niederen Amphibien. Zweige ziehen zum M. submaxillaris und M. submentalis, d. i. zu der vorderen und hinteren Portion des intermandibularen Muskels.

Die ventralen Sphincter-Bündel, welche durch C_2vd, C_2hv und C_2mv zusammengesetzt werden, bilden bei den Amphibien ein bewegliches Widerlager des Mund-Höhlen-Bodens und beherrschen denselben in ganzer Ausdehnung. Dadurch, dass diese Sphincter-Bündel die Kopf-Darm-Höhle zu verengen vermögen, können sie bei Salamandern und Anuren in den Dienst sowohl des Schluck-Aktes als auch der Respiration treten. Bei den Fischen hat die Beherrschung des Bodens der Kopf-Darm-Höhle durch die Facialis-Muskulatur sich angebahnt. Dieser Zustand hat bei den Amphibien als Einrichtung von grösster Bedeutung sich erhalten und wird uns auch bei den Reptilien wieder entgegentreten.

III. Reptilia.

a. Chelonii.

Nach den Untersuchungen über die Anatomie der Schildkröten, welche in der Litteratur vorliegen, ist die Existenz folgender Glieder des motorischen Facialis-Gebietes anzunehmen.

1. C_2vd. besteht aus dorso-ventral durchlaufenden Querbündeln, welche einen langgestreckten Sphincter colli (Fürbringer[1]), Hoffmann[2])), den Latissimus colli anderer Autoren (Bojanus[3]), Owen, Stannius[4]), Rathke) bilden. Der Ursprung liegt bei *Trionyx*, *Emys*, *Testudo*, *Clemmys* nach C. K. Hoffmann an der breiten, dorsalen Fascie. Die ventralwärts vereinigten, beiderseitigen Platten sind vorn bis zur Medianlinie hin muskulös und können hier in primitiver Weise unmittelbar in die intermandibulare Portion C_2mv sich fortsetzen. Dies findet bei *Emys europaea* (Bojanus), *Emys serrata* (Fürbringer) und bei *Chelonia imbricata* (Hoffmann) statt. Caudalwärts

1) Fürbringer, M. Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln. Jenaische Zeitschrift. Bd. VIII. 1872.
2) C. K. Hoffmann. H. G. Bronn's Classen und Ordnungen des Thier-Reiches. Bd. VI. III. Abth. Reptilien. 1879—1890. Leipzig-Heidelberg.
3) Bojanus. Anatomia testudinis europaeae. 1819—1821. Vilnae.
4) H. Stannius. Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. 2. Aufl. 1854. 2. Band.

schiebt sich bei *Chelonia imbricata* eine ventrale, nach hinten sich verbreiternde Aponeurose ein (Hoffmann Taf. XIX. Fig. 1). Die Muskel-Platten schliessen indessen in der ganzen, medianen Ausdehnung bei *Emys* zusammen (Bojanus, Fürbringer, Fig. 49). In diesem Zustande tritt gegenüber demjenigen bei *Chelonia* eine Progression auf.

Der dorsale Ursprung von C_2vd befindet sich bei *Emys europ.* nach Walter (1887. S. 22) an der oberflächlichen Aponeurose; er tritt aber auch auf die Proc. transv. von Halswirbeln über. Der Ursprung ist bei *Chelonia imbric.* von der oberflächlichen Fascie in die Tiefe gerückt. Nach Hoffmann ist derselbe auf die laterale Fläche der vorderen Halswirbel verlegt, wo er durch zahlreiche, dünne Sehnen-Bündel vermittelt ist. Ein gleiches Verhalten liegt auch bei *Emys europaea* (Bojanus, Owen) und bei *Emys serrata* (Fürbringer) vor.

Hoffmann hat über die Homologisirung des Sphincter colli der Schildkröten nichts Bestimmtes angeben können.

Ueber die Anwesenheit von Zungenbein-Bogen-Muskeln, welche die Merkmale eines C_2hd und eines C_2hv tragen, entnehme ich aus der Litteratur nichts Sicheres.

2. C_2md besteht als kräftiges Gebilde, welches Bojanus als Digastricus maxillae beschrieben hat. Dieser Name sollte nicht weiter geführt werden, da er völlig unzutreffend ist. Stannius nannte den Muskel einen Senker des Unterkiefers, Owen[1]) einen Apertor oris s. Digastricus; Hoffmann bezeichnet ihn nach Ursprung und Insertion als einen M. squamoso-maxillaris und bestimmt die Anheftung an der hinteren und unteren Fläche des Articulare (o. c. S. 76, 79). C_2md ist bei den Cheloniern ein streng gesonderter Muskel; er führt das Verhalten, das bei Amphibien ein allgemein Giltiges ist, direkt fort. Bedeckt von den vorderen Ursprungsbündeln von C_2vd, ist der Zusammenhang zwischen Beiden vielleicht ganz aufgegeben. Die vorderen Bündelmassen von C_2md schliessen an die hintere Wand der Paukenhöhle an. Von ihnen scheinen sich tiefe Portionen durch Aberration mandibularer Insertionstheile Selbstständigkeit erworben zu haben und in dem Dilatator tubae (Bojanus) aufzutreten. Dieser Muskel entspringt am Proc. squamosus, heftet sich an der häutigen Wandung der Tuba fest und empfängt Facialis-Aeste.

3. C_2mv besteht als stattlicher, intermandibularer Muskel, welcher den Zusammenhang mit C_2vd bewahrt hat. Bojanus hat den Muskel als Mylo-hyoideus von *Emys* beschrieben. Owen hat diese Bezeichnung übernommen (l. c. S. 236), C. K. Hoffmann (o. c. S. 82) giebt ihm den Namen eines Intermaxillaris.

4. Der N. facialis der Chelonier. Das Wurzel-Gebiet des Facialis bleibt bei den Cheloniern vom Trigeminus getrennt. Der Facialis durchbohrt das Prooticum und bildet innerhalb oder ausserhalb des Schädels ein Ganglion, welches nach Fischer auch bei *Sauriern* und *Crocodiliern* besteht.

Distal vom Ganglion zerfällt der Stamm in einen

1) Richard Owen. On the anatomy of Vertebrates. Vol. I. Fishes and Reptiles. London 1866. S. 223.

vorderen Ast, den R. palatinus, und einen

hinteren Ast, die eigentliche Fortsetzung des Facialis.

Dieser wendet sich über die Columella distalwärts. Er verlässt nach C. Vogt[1]) den Schädel über und hinter dem Kiefer-Gelenke. Er geht Verbindungen mit dem Gangl. petrosum und dem Gangl. supr. cervic. ein, welches dem Glosso-phar. anliegt. Er entsendet motorische Aeste an folgende Muskel-Schichten:

1. C_2md (Depressor mandibulae),
2. Dilatator tubae, den Abkömmling des Vorigen,
3. C_2vd (Sphincter colli).

Der Glosso-pharyngeus giebt einen oft ansehnlichen Zweig zum hinteren Aste des Facialis (C. Vogt).

b. Saurii.

1. *Rhynchocephala.*

Hatteria punctata nimmt unter den, mir genauer bekannt gewordenen Reptilien die niedrigste Stelle ein. Hier sind die Glieder der motorischen Facialis-Gruppe unschwer auf die Befunde bei Amphibien zu beziehen.

An irgend welchen Oertlichkeiten hängen die vier in Frage kommenden Muskeln C_2vd, C_2hv, C_2mv und C_2md bei *Hatteria* noch zusammen, ohne andererseits die Kennzeichen differenter Gebilde verschwinden zu lassen.

An der Ventralfläche des Körpers dehnt sich vom Kinn bis in die Schultergürtel-Gegend eine Muskel-Platte aus, welche oral eine intermandibulare Lage besitzt, aboral aber auf die Lateralflächen des Halses sich schiebt. Diese ventrale Schichte verharrt durch eine mediane Sehnen-Naht in paariger Anordnung. In ihr sind enthalten C_2vd, C_2hv und C_2mv, welche durch den Verfolg ihrer Bündel zur Dorsalfascie, zum Hyoid und zur Mandibula als solche unterscheidbar sind. Es liegen demnach ventral im Grossen und Ganzen gleiche Einrichtungen vor, wie bei den Amphibien.

Was C_2md anbelangt, so springt die Uebereinstimmung der Befunde bei *Hatteria* und Amphibien in jeder wichtigen Hinsicht sofort in die Augen. Die Analyse des motorischen, theilweise verschmolzenen Endgebietes des N. facialis ergab das Folgende:

1. C_2vd. Von der oberflächlichen, dorso-lateralen Fascie des Nackens entspringt in ganz ursprünglicher Anordnung eine sich rasch auf 1,5 cm verbreiternde Bündellage. Die vorderen Fasern schliessen an den aboralen Randtheil von C_2md an (Fig. 59). Die Ursprungslinie fällt schräg nach hinten und ventral ab. Die

1) Carl Vogt. Beiträge zur Neurologie der Reptilien. Neue Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften. Band IV. 1848. Neuchâtel.

Bündel ziehen in steiler Querrichtung zur Ventralfläche, wo sie bis zur medianen Sehnen-Naht gelangen und an der sphincterartigen Platte den aboralen Abschluss

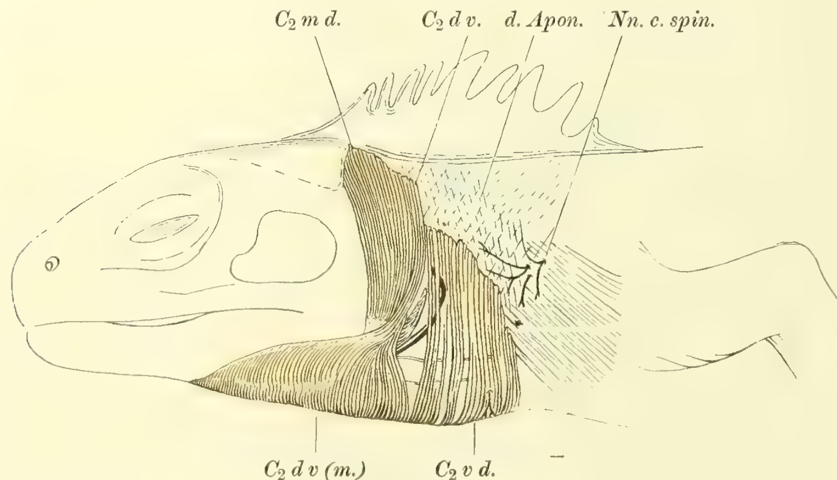


Fig. 59.

Seitliche Ansicht der Kopf-Hals-Gegend von *Hatteria punctata*. 4/5 Zwischen $C_2dv(m)$ und C_2vd treten der 1. Kiemen-Bogen mit der Gl.-phar.-Muskulatur, ferner der zarte Gl.-phar. und der stärkere Hypoglossus zu Tage. $C_2dv(m)$ ist die am Kiefer befestigte Schichte C_2dv, welche ein Bündel dorsalwärts zum aboralen Rande von C_2md entsendet. Die Grenze zwischen $C_2dv(m)$ und C_2mv ist keine scharfe.

übernehmen (Fig. 61). In der Sehnen-Naht ist ein Anschluss an vordere Bündel-Gruppen ausgesprochen. Gegen den Kiefer-Winkel zu entsteht indessen durch Auseinanderweichen der Elemente zur Dorsalfascie und zum Unterkiefer eine dreieckige Lücke an der Ventralfläche des Körpers.

Bei seitlicher Ansicht ist eine Bündel-Gruppe von 2 mm Breite erkennbar, welche an die genannte Schichte C_2vd sich anschliesst. Dieselbe ist zugleich den Elementen von C_2md innigst angereiht und vermittelt die Verbindung zwischen beiden Muskeln (Fig. 59). Diese Bündel-Gruppe begiebt sich ventral- und oralwärts, bedeckt die Kiefer-Insertion von C_2md und steht hier im Zusammenhange mit einer weit nach vorn hin ausgedehnten Faser-Lage, welche mittelst einer zarten, aber festen, sehnigen Membran an der Aussenfläche des Unterkiefers befestigt ist (Fig. 59). Die Muskel-Platte bedeckt den wulstigen Insertionstheil des äusseren Kiefer-Muskels (Add. md.) und ent-

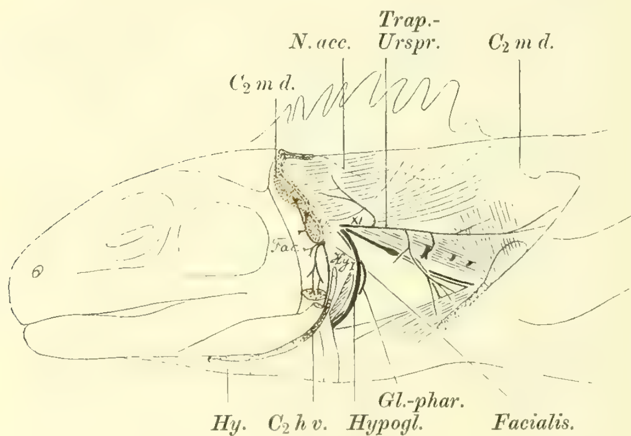


Fig. 60.

Seitliche Ansicht der Kopf-Hals-Gegend von *Hatteria*, nach der Entfernung der vom Facialis innervirten Muskeln, sowie des Trapezius. Von diesen sind nur die Ursprungsflächen angedeutet. Hinter der Ursprungsfläche von C_2md ist diejenige des Trapezius angegeben, welche weit in caudaler Richtung ausgedehnt ist. 4/5.

sendet ihre Elemente um den Kieferrand herum bis zur ventralen Mediansehne, wo der Anschluss an den, von der Dorsalfascie entspringenden Theil C_2vd erfolgt (Fig. 61). Die Kiefer-Ursprungslinie neigt sich in oraler und ventraler Richtung. Der allenthalben ausgesprochene, anfangs schräge Verlauf der Ursprungsbündel geschieht in der Weise, dass die aboralen Fasern naturgemäss in die dorsale Bündel-Gruppe sich verfolgen lässt, welche die Verbindungsbrücke zwischen C_2vd und C_2md herstellt. Aus dieser Anordnung entnehme ich, dass die gesammte, mandibulo-ventrale Lage vordere Abschnitte von C_2vd repräsentire. Da die oralen Fasern jedoch unmittelbar in diejenigen des intermandibularen C_2mv übergehen, so wird man auch der Meinung beitreten können, nach welcher die Ableitung der fraglichen Portion von C_2mv anzunehmen sei. Ich halte dies jedoch für unwahrscheinlich, da die dorsal entstehenden, intermediären Bündel, welche C_2md am Kiefer-Winkel bedecken (Fig. 59), mit Abschnitten des Muskels C_2vd der Amphibien sich in Parallele stellen lassen. Diesbezüglich sei auf die Figg. 43, 44, 46 verwiesen. Dort dehnte sich C_2vd von *Menopoma* vorwärts in oberflächlicher Lage über C_2md aus. Die Verlöthung der betreffenden Fleischfasern mit der Aussenfläche des Kiefers hat in leicht verständlicher Weise zu einem Zustande führen können, wie er bei *Hatteria* verwirklicht ist. Die ausführlich geschilderten Einrichtungen von *Amphiuma* und von Gymnophionen stehen mit denen von *Hatteria* im Einklange. Ist aber die Herleitung in der angegebenen Weise statthaft und zu Recht bestehend, so haben wir an C_2vd von *Hatteria* eine dorsale, primitive Ursprungs-Portion und zweitens einen neu hinzugekommenen, mandibularen Abschnitt zu unterscheiden.

Da, wo die Bündel der Unterkiefer-Portion von C_2vd den Kiefer-Winkel passiren, schliesst sich der vom Zungenbeine herkommende C_2hv der dem Beschauer abgekehrten Fläche von C_2vd so innigst an, dass bei ausgesprochenem, parallelen Bündel-Verlaufe beider Muskeln auch die Grenzen zwischen ihnen verwischt sind.

Der anatomische Befund von der Kopf-Muskulatur einer *Hatteria*, welche ich vor Jahren in Heidelberg zergliederte, liegt mir in einer Skizze vor. Der obigen Interpretation des Zustandes auf der Fig. 59 wird hier durch den Thatbestand Vorschub geleistet; denn in einer sehr bestimmten Weise liegt der Anschluss der am Unterkiefer entspringenden Bündel an diejenige Portion von C_2vd vor, welcher von der Dorsalfascie entsteht und zugleich an den dorsalen Kiefer-Bogen-Muskel (C_2md) sich anlehnt. Die Fasern beider Portionen verlaufen parallel und erreichen, in kürzester, transversaler Ausdehnung, die ventrale Medianlinie. Die Insertions-Portion von C_2md erweist sich auch hier von den Bündel-Gruppen bedeckt, welchen die mandibularen Ursprungstheile oralwärts sich anfügen.

2. C_2hv entsteht an der Aussenfläche des Hyoids in einer Ausdehnung von ca. 1 cm (Fig. 60). Die Ursprungsfläche befindet sich medial vom Kiefer-Winkel. Der motorische, ventralwärts sich begebende Facialis-Ast liegt lateral von der Zungen-Bein-Bogen-Portion. Die Bündel ziehen zur ventralen Medianlinie und verschmelzen dabei mit denen von C_2vd.

Die Kiefer-Bogen-Abschnitte lassen zunächst einen dorsalen Muskel unter-

scheiden, welcher wie bei *Protopterus* und Amphibien seiner ganzen Anordnung gemäss als ein Depressor mandibulae wirksam ist, zweitens einen ventralen Muskel, welcher, intermandibular angeordnet, als ein Spanner des Bodens der Mund-Höhle funktionelle Bedeutung gewinnt.

3. C_2md. Der Ursprung ist ein zweifacher. Die Dorsalfascie gewährt nahe der Medianlinie einer etwa 1 cm breiten Platte Anheftung dar (Figg. 59, 60). Diesen Bündeln reiht sich caudalwärts der Ursprung von C_2vd an. Die zweite Ursprungs-Portion ist kräftig, fleischig; sie nimmt die Nacken-Fläche des Schädels in Beschlag und schliesst in der Tiefe an die Ursprungsmasse des von C_2md bedeckten Trapezius

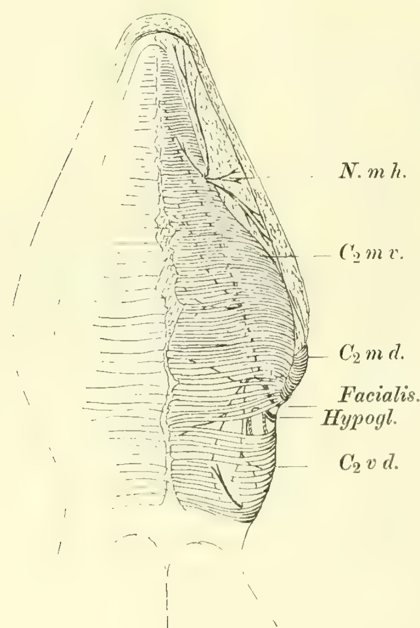


Fig. 61.

Ventrale Ansicht der Kopf-Hals-Gegend von *Hatteria punct.* 4/5. Die Verästelung des N. facialis scheint rechts durch die Muskulatur hindurch. Hinter dem Facialis ist der Hypoylossus erkennbar.

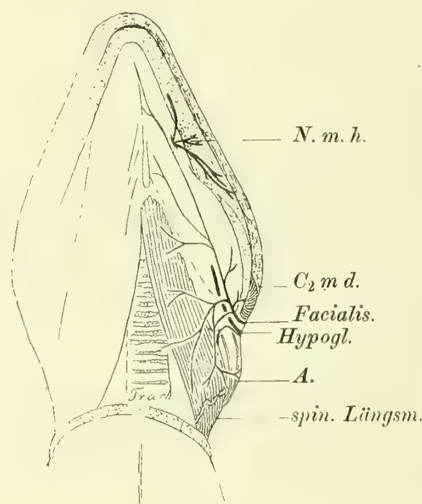


Fig. 62.

Ventrale Ansicht der Kopf-Hals-Gegend von *Hatteria*, nach Entfernung der Facialis-Muskulatur. 2/3. Man erkennt die weit nach vorn und hinten ausgedehnten Aeste des N. facialis. Der Hypoglossus giebt einen Ast an den zum Larynx ziehenden Längsmuskel ab.

an (Fig. 60). Die Fleisch-Fasern ziehen konvergirend mittelst kräftiger Endsehne zum aboralwärts vorspringenden Kiefer-Winkel. Es ist schwer vorstellbar, dass dem Muskel noch eine andere Wirkung als die, den Unterkiefer abwärts zu bewegen, zukommen könne. Die funktionelle Specialisirung von C_2md erscheint demgemäss ebenso wie bei den meisten Amphibien, eine sehr ausgesprochene zu sein. Die anatomische Sonderung ging mit der funktionellen nicht gleichen Schritt, da der Zusammenhang mit C_2vd erhalten geblieben ist.

4. C_2mv tritt ventral als rein intermandibulares Gebilde zu Tage (Fig. 61). Die Ursprungsfläche liegt an der Innenfläche der Mandibula und schliesst an diejenige der mandibularen Portion von C_2vd an. Die ausgesprochene Gleichrichtung der

Bündel ist hier die Ursache völligen Verwischens der Grenzen Beider geworden. Quer gerichtet, dehnen sich die Fleischfasern bis zur Kinn-Gegend aus.

Da keinerlei andere Glieder des Facialis-Endgebietes mehr in Betracht kommen, so fehlt bei *Hatteria*, im Vergleiche mit den höheren Amphibien (*Menopoma* etc.), ein vorderer, selbstständiger Abschnitt von C_2mv. Einem solchen könnte bei *Hatteria* auch die Wirkung nicht zugesprochen werden, welche man ihm beim Frosche etc. beilegte. Die Kiefer-Stücke sind in der Symphyse verwachsen und erlauben keine Bewegungen gegen einander. Dieser Umstand kann hier zur Ausschaltung des C_2mv (ant.) der Amphibien beigetragen haben. C_2mv empfängt demgemäss wiederum eine Gleichartigkeit der Bündel-Anordnung, wie sie bei Selachiern, Dipnoern und *Menobranchus* angetroffen wird. Ich neige indessen keineswegs zur Annahme hin, dass die Befunde bei *Rhynchocephalus* einen direkten, phylogenetischen Zusammenhang mit denen der Selachier besitzen. Die Uebereinstimmung darf wohl nur als eine auf's Neue wieder eingeleitete aufgefasst werden.

5. Motorische Aeste des N. facialis. Der Facialis tritt unterhalb des für C_2md und den Trapezius bestimmten Ursprungsflächen aus dem Schädel. Der Nervenstamm zerfällt sofort in seine Aeste, von denen eine Gruppe dorsal verbleibt, um mit auf- und absteigenden Zweigen zum Depressor mandibulae (C_2md) sich zu begeben (Fig. 60). Ein anderer, ansehnlicher Ast zieht, bedeckt von letzterem Muskel, zwischen Kiefer-Winkel und Hyoid zur Ventralfläche von Kopf und Hals. Hier entsendet er, bedeckt vom gesammten, sphincterartig angeordneten C_2vd, oral- und aboralwärts Zweige zur benachbarten Muskulatur. Das genauere Verhalten der Verästelung dieses ventralen Astes ist auf den Figg. 62, 63 dargestellt. Die Aeste, welche den dorso-ventral durchlaufenden Abschnitt von C_2vd versorgen, lassen erste Andeutungen eines Geflechtes zu Stande kommen. Vordere Nervenzweige des ventralen Facialis-Astes glaubte ich seiner Zeit bis zu vorderen, intermandibularen Muskellagen wahrgenommen zu haben (cf. Figg. 61, 62). Ich halte es jedoch für wünschenswerth, dass diese Innervations-Verhältnisse nochmals einer Kontrolle unterzogen werden, bevor sie zu weitergehenden Besprechungen verwendet werden. Dies ist um so mehr nöthig, als auch bei *Hatteria* ein den Unterkiefer durchbohrender Nerv (N. mh.) auf der Ventralfläche von C_2mv sich ausbreitet. Die betreffenden Zweige, aus dem dritten Aste des N. trigeminus stammend, galten mir seinerzeit für sensible. Auch diese Annahme wird einer nochmaligen Kontrolle zu unterwerfen sein, bevor auf etwaig vorliegende Differenzen zwischen *Hatteria* und den Amphibien hingewiesen werden darf. Die sonst in allen Grunderscheinungen so deutlich hervortretende Uebereinstimmung zwischen jenen Abtheilungen hat mich in der Stichhaltigkeit früherer Wahrnehmungen mistrauisch gemacht.

Wenn wir die motorischen Aeste des Nervus facialis in einen Ram. dorsalis und in einen Ram. ventralis eintheilen, so sind, wie ich meine, die einfachsten und völlig zutreffenden Termini gewählt. Diese Eintheilung deckt sich zugleich mit der Gliederung des motorischen Endgebietes in dorsale und ventrale Gebilde.

2. *Varanidae.*

Varanus bivittatus. Die Facialis-Muskulatur erlangte einen sehr hohen Grad der Ausbildung. Die Möglichkeit, sie auf bekannt gewordene, niedere Zustände zu beziehen, sie selbst von diesen direkt abzuleiten, besteht zu Recht. In einigen Punkten habe ich auftauchende Schwierigkeiten der Deutung nicht beseitigen können; in einigen Form-Erscheinungen dürfte der Schlüssel zum Verständnisse der bisher gänzlich unverstandenen Säugethier-Muskeln erblickt werden.

Dorso-ventral durchlaufende Muskel-Bündel bilden eine oberflächliche Schichte. Diese bildet einen imposanten, den langgestreckten Hals umhüllenden Sphincter. Ich kann nur vermuthen, dass der ganze Muskel der Herrschaft des Facialis zufalle, halte jedoch für den ventralen Abschnitt des Sphincter colli Kontroll-Untersuchungen

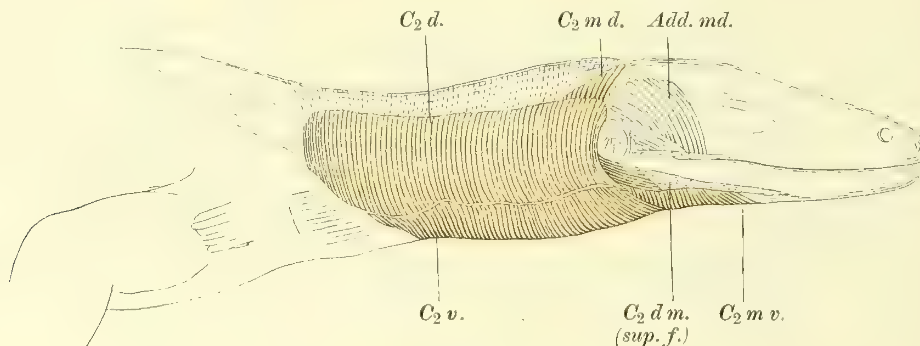


Fig. 63.

Seitliche Ansicht der Kopf-Hals-Gegend *Varanus bivittatus.* $^4/_5$. Hinter dem und ventral vom Trommelfelle breitet sich das motorische Facialis-Gebiet aus. C_2vd ist durch eine horizontale Zwischensehne in einen dorsalen (C_2d) und in einen ventralen Abschnitt (C_2v) geschieden.

für durchaus erwünscht. Der Dorsalabschnitt empfängt sicher Facialis-Aeste. Mit einer gewissen Reserve behandle ich daher den ganzen Sphincter colli hier als ein Glied des Facialis-Gebietes. Als ein solches Glied kommt ihm die genetische Bezeichnung C_2vd zu, durch welche seine morphologische Stellung präcisirt wird.

1. C_2vd (Figg. 63 u. 64). Der Muskel reicht an der Seitenwand des Körpers oralwärts bis hart an's Trommelfell, caudalwärts bis in die Nähe des Schulter-Gürtels. Der Ursprung der Bündel liegt längs einer horizontalen Linie an der Dorsal-Fascie. Alle nahezu parallel gerichteten Bündel ziehen ventralwärts und erreichen die ventrale Medianlinie, wo die Anheftung mit dem andersseitigen Muskel in einer Sehnen-Naht erfolgt. Die vorderen Fleischfasern empfangen in ihrem ventralen Verlaufe zugleich eine mehr orale Ausdehnung, so dass der Muskel C_2vd vorn mit einem konkaven Rande versehen ist. Aborale Grenzbündel bleiben von der ventralen Mittellinie entfernt. Auf diese Weise zeigt der aborale Rand des beiderseitigen Muskels einen caudalwärts offenen Ausschnitt (Fig. 64). Die Wirkung von C_2vd wiederholt die alte Funktion des Constrictor superficialis der Squaliden.

Die Sphincteren-Platte jeder Seite ist durch eine horizontale Zwischensehne (*hor. Zw. s.*) in einen dorsalen und einen ventralen Abschnitt getheilt. Die Zwischensehne ist mit der Ursprungslinie etwa parallel gerichtet; sie beginnt vorn 5 mm unterhalb des Paukenfells und trifft den aboralen Muskel-Rand in gleichem Niveau. Die Fasern beider Abschnitte nehmen eine gleichartige, transversale Ausdehnung, so dass sie gemeinsam quere Bänder formen. Zum Dorsal-Abschnitte sind Facialis-Zweige mit Sicherheit verfolgt worden.

Eine morphologische Erklärung für die Zwischensehne am Sphincter colli kann vorderhand nicht gegeben werden.

C_2vd stellt bei *Varanus biv.* einen, von seinen Genossen völlig abgesprengten Muskel vor. Er hat durch die Ausdehnung bis zum Trommelfelle die dorsale Kiefer-Bogen-Portion des Facialis-Gebietes in eine nächst tiefere Lage gebracht, und nur wenige, dorsale Ursprungs-Bündel von C_2md ragen rückenwärts über den Sphincter hinaus (Fig. 63).

Die Ueberlagerung von C_2md durch C_2vd ist keine ganz neue Erscheinung; aber in so ausgesprochener Weise bedeutet sie wohl eine weitere Instanz für die erworbene Selbstständigkeit von C_2vd. Die Loslösung von C_2md scheint durch hochgradige Umwandlungen an Letzterem stark beeinflusst zu sein.

2. Eine Zungenbein-Bogen-Portion C_2h, welche bei *Hatteria* im Ventral-Gebiete deutlich, wenn schon schwach entwickelt nachweisbar gewesen ist, besteht bei *Varanus* nicht. Ob sie völlig verschwunden, ob sie in andere Bildungen, etwa in C_2mv, übergegangen sei, bleibe dahingestellt.

In der vom Facialis innervirten Kieferbogen-Muskulatur sind bedeutsame Fortschritte zu verzeichnen.

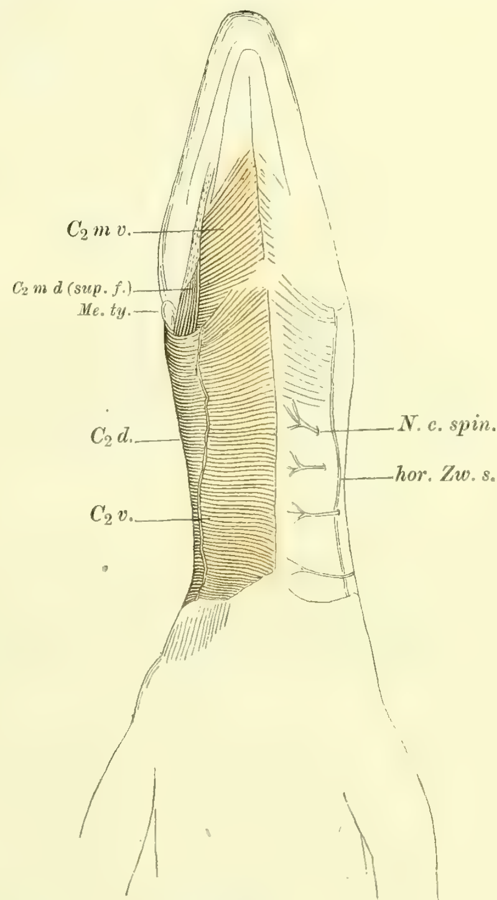


Fig. 64.
Ventral-Ansicht der Kopf-Hals-Gegend von *Varanus biv.* 4/5.

C_2md stimmt mit dem Muskel der Amphibien und von *Hatteria* in der ausschliesslichen Wirkung als Depressor mandibulae überein. Der Unterkiefer bietet die Insertions-Flächen dar. Aber, während bei *Protopterus*, Amphibien und *Hatteria* der Kiefer-Winkel ausschliesslich zur Sehnen-Anheftung gedient hat, so steht derselbe hier nur für eine tiefe Portion zur Verfügung. Eine oberflächliche Schichte von C_2md hat durch caudalwärts gerichtete Verlagerungen der Ursprünge und durch gleichzeitiges Ausgreifen der Insertionsbündel nach vorn dem Muskel ein neues Gepräge verliehen.

Die Schichten-Bildung von C_2md hat sich unter gleichzeitiger Sonderung der ventralen Kiefer-Portion C_2mv in mehrere Portionen derartig komplicirt, dass eine genauere Darstellung nöthig wird.

a) Die oberflächliche Schichte C_2md (superf.) (Fig. 65) entspringt an der dorsalen

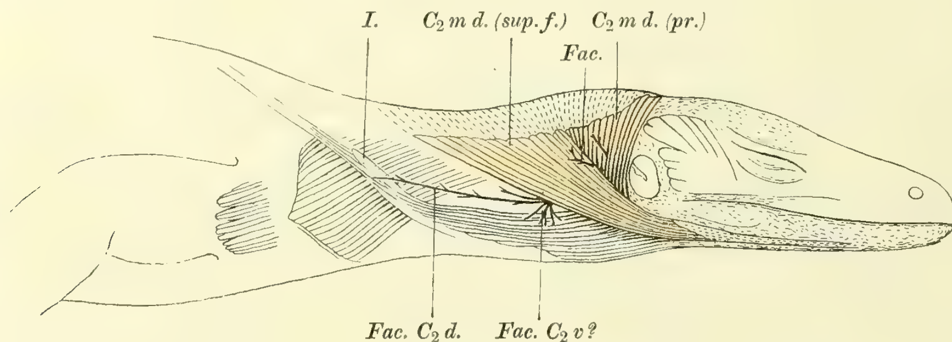


Fig. 65.

Seitliche Ansicht der Kopf-Hals-Gegend von *Varanus bivitt.* 4/5. Die oberflächliche Schichte C_2vd ist entfernt.

Fascie der Nacken-Gegend in einer Linie von ca. 2,5 cm Ausdehnung. Die Ursprungslinie beginnt etwa 1,2 cm caudalwärts vom Trommelfelle. Verlauf: die langgestreckten Fleischfasern konvergiren ventral vom Trommelfelle, wo sie der Seitenfläche des Kiefers anliegen, zu einer äusserst kräftigen Endsehne. Diese beginnt

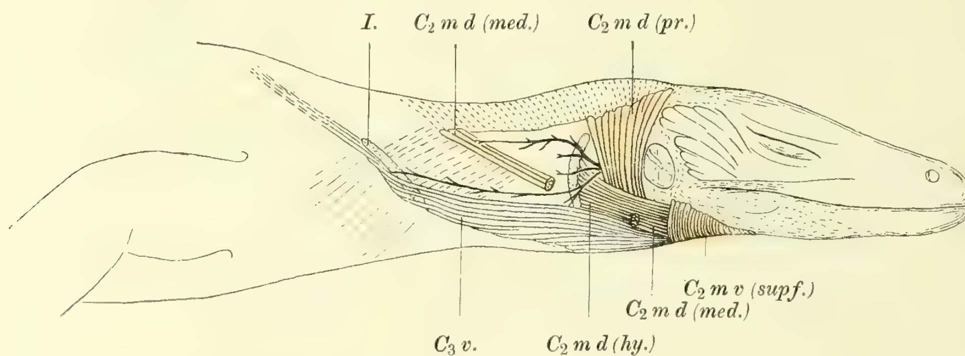


Fig. 66.

Varanus biv. 4/5. Seitliche Ansicht der Kopf-Hals-Gegend. C_2md (superf.) ist entfernt, um die tiefere Lagen zur Anschauung zu bringen.

unterhalb des Winkels der Mund-Spalte und lässt sich mehr als 2 cm vorwärts verfolgen. Sie heftet sich an der Aussenwand des Kiefers nahe dessen Ventralrande fest (vgl. Fig. 67).

Die oberflächliche Schichte bedeckt am Kiefer die Ursprungs-Portion von C_2mv (Fig. 66), welche C_2md (supf.) von den folgenden Schichten trennt. Die Wirkung wird auf ein Herabziehen des Kiefers energisch hinzielen können.

b) Eine zweite Schichte, C_2md (med.) (Fig. 66), besteht aus einem zarten Bündel, welches vom aboralen Randtheile der oberflächlichen Portion sich loslöst

und, mit der folgenden gemeinsam von C_2mv bedeckt, zum Kiefer zieht. Die Insertion erfolgt mittelst langer Endsehne (Fig. 67) nahe dem unteren Rande des Kiefers. Die Anheftung erfolgt näher dem Kiefer-Winkel als der Insertions-Stelle der oberflächlichen Schichte.

c) Im caudalen Anschlusse an die Insertion der vorigen, mittleren Schichte, und bedeckt von C_2mv erscheint eine tiefere, dritte Portion. Sie entspringt vom Vorderrande des Dorsalstückes des Zungenbein-Bogens; sie ist aus diesem Grunde als C_2md(*hy*) unterschieden (Fig. 66). Sie formt ein zartes Muskel-Band mit parallel angeordneten Fleischfasern. Ich habe mit Sicherheit für sie Facialis-Aeste nicht wahrnehmen, aber auch keine andere Innervation feststellen können. Diese Portion darf daher auch nur mit einer gewissen Reserve zum Facialis-Gebiete gerechnet werden. Die Portion kreuzt die Kieferwinkel-Insertion der folgenden, tiefsten Schichte. Ich halte es für wahrscheinlich, dass der Ursprung vom Hyoid neu erworben sei. Mit dem schrägen Verlaufe der oberflächlichen Bündel-Lagen steht die Umlagerung des Dorsalstückes des Zungen-Beines im Verbande, und diese Nachbarschaft kann engere Ursprungs-Beziehungen in's Leben gerufen haben.

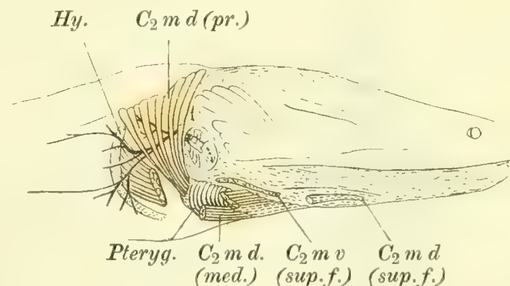


Fig. 67.

Seitliche Ansicht der hinteren Kopf-Gegend von *Varanus biv.* 4/5. Die oberflächlichen Schichten von C_2md sind grösstentheils entfernt, um die Ausbreitung der tiefen Stamm-Schichten von C_2md übersehen zu können.

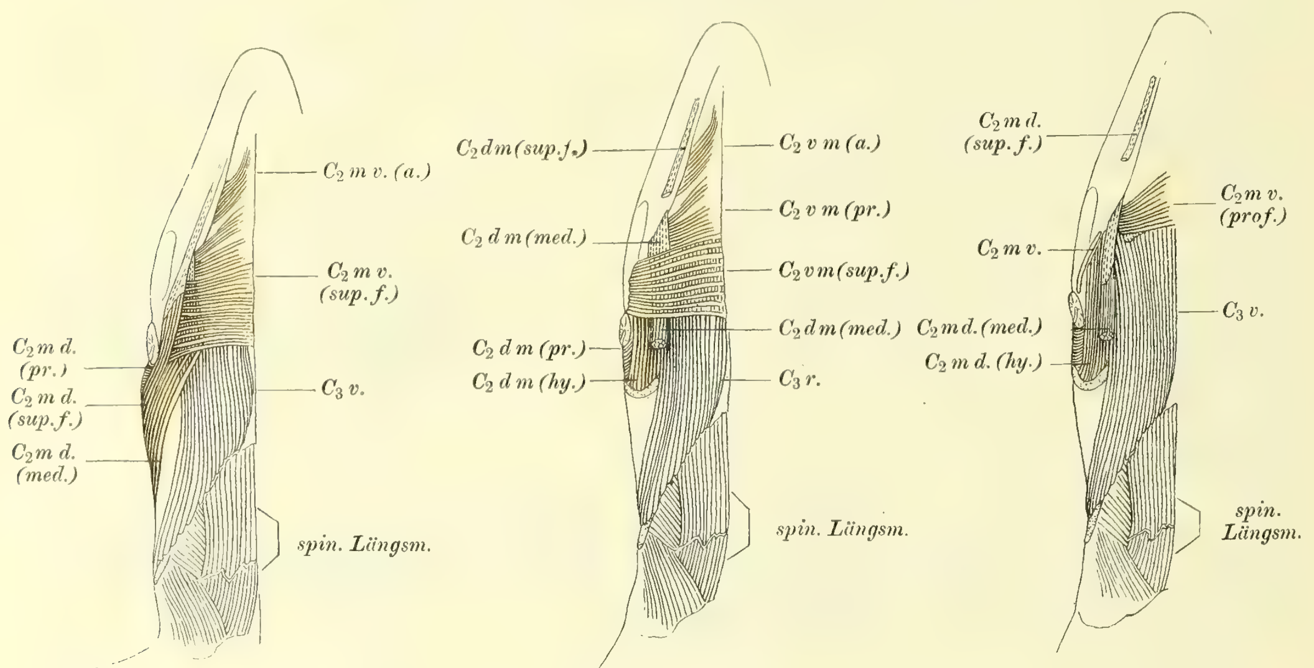
d) Die tiefst gelegene Schichte C_2md (prof.) stellt den alten Stamm-Muskel insofern vor, als sie im Ursprunge und in der Insertion wiederholt, was bei Amphibien und *Hatteria* auftritt. Seine Ursprungs-Bündel nehmen die scharfe, von der Medianlinie bis zur Trommelfell-Gegend sich erstreckende Knochen-Leiste der Occipitalregion des Schädels ein. Diesem kranialen Ursprunge fügen sich caudalwärts Bündel von der Dorsalfascie an. Die Ursprungs-Linie hat eine Ausdehnung von 1,5 cm; sie findet eine horizontale Fortsetzung in der Ursprungs-Zone von C_2md (superf.).

Die konvergenten Bündel heften sich mittelst einer kurzen Sehne an den caudalwärts vorspringenden Höcker des Kiefer-Winkels fest (Fig. 67). Die Wirkung auf die Mandibula entspricht etwa derjenigen der Waden-Muskeln auf den Fuss. Beide ziehen je den kurzen Hebel-Arm der betreffenden Skelet-Stücke an und lassen am grösseren Hebelarme den gewaltigeren Ausschlag erkennen.

Die Innervation der cranio-fascio-mandibularen Portion fällt dem Facialis anheim (Fig. 67).

3. C_2mv. Es liegen bei *Varanus bivitt.* drei Muskeln vor, welche als Theile eines ventralen Kiefer-Bogen-Portion des Facialis-Gebietes aufgefasst werden können. Da die Innervations-Verhältnisse unermittelt geblieben sind, andererseits aber eine lückenlose Reihe von Befunden nicht vorliegt, so begnüge ich mich hier mit der Wiedergabe des Beobachteten. Die in Betracht kommenden, drei Muskeln stimmen in dem

Ursprunge am Unterkiefer sowie in dem intermandibularen Bündel-Verlaufe, welcher ein transversal oder schräg gerichteter zu sein vermag, überein. Die Grunderscheinungen sind am meisten, wie mir scheint, in derjenigen Platte bewahrt, welche an der Innenfläche des Kiefers, bedeckt von der Endsehne der mittleren Portion des Depr. mand. $C_2 md$ (med.) entsteht (Figg. 68—70). Die Bündel dieser tiefen Schichte $C_2 mv$ (prof.) erreichen die Medianlinie, aboral im transversalen, oral im schräg vorwärts gerichteten Verlaufe. Dem aboralen Rande des Muskels fügt sich mittelst seiner Fascie ein Glied des Rectus-Systemes an. Diese Verbindung ist als eine rein sekundäre zu betrachten (Fig. 70). Nur durch eine kleine Spalte getrennt schliesst sich oral ein zarterer Muskel an (Figg. 68, 69, $C_2 mv$ [a.]), dessen Bündel die



Figg. 68 bis 70.

Ventrale Ansichten der Kopf-Hals-Gegend von *Varanus bivitt.* 4/5. Die auf Fig. 68 dargestellten Schichten sind nach und nach entfernt, um auf Figg. 69 und 70 tiefere zur Anschauung zu bringen.

Verlaufs-Richtung allmählich fast in eine longitudinale umändern. Während die aboralen noch zur Medianlinie gelangen, dringen die oralen gegen den Boden der Mund-Höhle in die Tiefe, um hier einer Auflösung zu unterliegen.

Der ansehnlichste Abschnitt von $C_2 mv$ ist der aborale; sein Ursprung liegt an der Aussenfläche des Kiefers in einer Linie, welche unterhalb des Trommelfelles beginnt und in einer Ausdehnung von 1 cm über den Insertions-Sehnen der Depr. max.-Schichten ($C_2 md$ [med. + prof.]) sich hinzieht (Fig. 67). Die Muskel-Platte ist anfangs von der Endsehne der oberflächlichen Portion des Depressor mandibulae bedeckt (Figg. 63, 64), überlagert aber selbst die mittlere und tiefe Portion $C_2 md$ (med. + prof.) (Fig. 67). Die transversal angeordneten Fleischfasern finden oral-

wärts den Anschluss an die erstvorgeführte, tiefere Platte C_3mv (prof.) (Figg. 69 und 70). Ihre Insertion erfolgt in der medianen Sehnen-Naht.

Die beiden vorderen und zugleich tiefer gelegenen Portionen von C_2mv können unbedenklich mit dem intermandibularen Muskel der Fische und Amphibien in Parallele gestellt werden. Sie halten einen strengeren Vergleich aus; denn die Lage-Beziehungen dieser Schichten stimmen überein. Die hintere, kräftige Muskel-Lage weicht indessen bezüglich der Anheftung an die laterale Kiefer-Fläche sehr wesentlich vom Verhalten aboraler Abschnitte von C_2mv der Fische ab. Der Muskel ist mit dem, an der entsprechenden Stelle liegenden Abschnitte bei *Hatteria* vergleichbar. Demgemäss verliert man aber auch den sicheren Maassstab, ob der vorliegende, mandibulare Ursprung durch eine orale Bündel-Gruppe von C_2vd, wie sie bei *Amphiuma* und bei Gymnophionen deutlichst entwickelt ist, oder ob der Ursprung durch eine aborale Zone von C_2mv erworben worden sei. Vielleicht ist diese Frage durch genaueste Feststellung der Innervation zu beantworten, da direkte und indirekte Facialis-Aeste (N. m. h.) in Betracht kommen können.

Der Vergleich aller bekannt gewordenen Befunde sichert das Resultat, dass in der hinteren Portion von C_2mv bei *Varanus* und bei anderen Reptilien ein gut ausgebildetes, eigenes Verhalten vorliege.

Der intermaxillare Muskel scheint bei *Ophidiern* einer starken Reduktion zu unterliegen, bei fusslosen Sauriern ganz zu verschwinden (vgl. Walter 1887).

Die von der Aussenfläche des Unterkiefers entstehende Portion tritt bei den Reptilien nicht zum ersten Male auf; derartige Anheftungen liegen bereits bei *Amphiuma* und bei Gymnophionen vor. Zieht man den Zustand bei *Hatteria* zum Vergleiche heran, so lässt es sich befürworten, die aborale Portion von C_2mv, welche an der Aussenfläche des Kiefers entsteht, als abgesprengte Bündel von C_2vd auszugeben.

5. Motorische Aeste des N. facialis.

Der N. facialis verlässt den Schädel hinter und etwas dorsal von dem Paukenfelle. Er ist vom Depressor mandibulae überlagert, theilt diesem Muskel-Aeste zu, welche, wiederholt getheilt, in caudaler Richtung weit zu verfolgen sind (Figg. 66, 67). Diese Aeste dürften einem R. dorsalis anderer Formen gleich zu stellen sein.

Ein anderer Ast kommt am aboralen Rande von C_2md zum Vorschein (Fig. 67), giebt einige ventrale Zweige sowie einen langen, caudalwärts ziehenden Zweig ab. Sie sind vom Sphincter colli bedeckt, zu dessen Unterfläche sie gelangen.

3. *Crocodilini.*

Alligator lucius. Die verschiedenen Muskeln der Facialis-Gruppe heben sich scharf von einander ab. Sie haben z. Th. auch hier hochgradige Sonderungen erfahren.

Die bei niederen Formen in dorso-ventraler Richtung frei durchlaufenden Bündel bilden beim *Alligator* eine Art von Sphincter colli. Sie sind als

1. $C_2 v d$ ihrer ganzen Anordnung nach leicht erkennbar. Es handelt sich um zwei, an einander schliessende, aber von einander doch derartig abgesetzte Muskeln, dass sie sowohl bei lateraler (Fig. 71), als auch bei ventraler Ansicht (Fig. 72) als ein orale und als eine aborale Portion zu unterscheiden sind. Die orale Portion gehört dem Facialis-Gebiete fraglos zu. Zur aboralen habe ich Aeste des

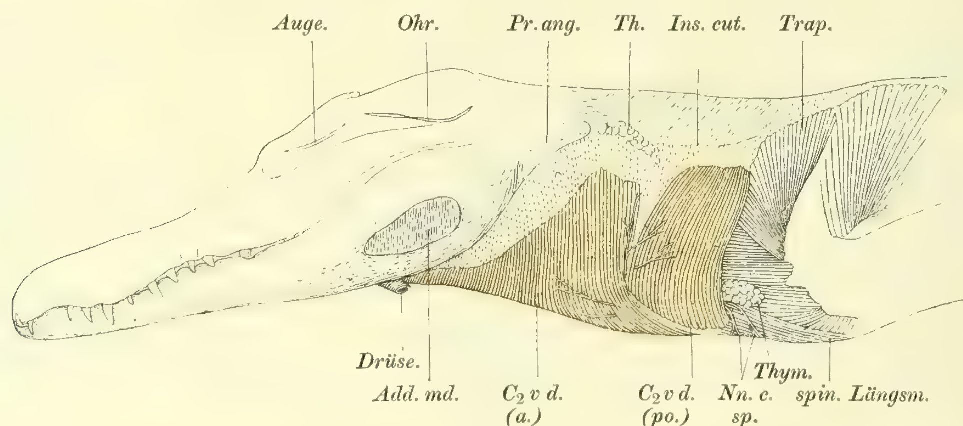


Fig. 71.

Laterale Ansicht der Kopf-Hals-Gegend von *Alligator luc.* 3/5. Die oberflächlichen Schichten des Facialis-Gebietes breiten sich vom Kiefer bis zur Gliedmasse aus. Der Muskel $C_2 v d$ (*post.*) ist als ein Glied der Facialis-Gruppe hier bezeichnet; er gehört aber vielleicht dem Gl.-phar. zu.

N. facialis mit Sicherheit nicht verfolgen können, so dass ich für sie auch die Deutung als einen Abschnitt des Glosso-phar.-Gebietes offen lassen möchte.

a. Die orale Portion entsteht mittelst platter Sehne an der Seitenfläche des Unterkiefers, und zwar in der Nähe von dessen ventraler Randfläche. Die Ursprungslinie erstreckt sich vom hintersten Ende bis zum mittleren Drittel des Skeletstückes nach vorn. In grösserer Ausdehnung ist die platte Ursprungs-Sehne mit der Insertionsportion des M. pteryg. int. verwachsen (Fig. 72). Caudalwärts vom Unterkiefer entsteht ein 1,3 cm breites Bündel von der dorsalen Fascie.

Die Anordnung der Fleischfasern ist im Allgemeinen eine quere. Die von der Dorsal-Fascie kommenden Bündel schlagen ventral indessen zugleich eine caudale Richtung ein und tragen dadurch zu einer sehr stattlichen, ventralen Verbreitung bei.

Die ventrale Anheftung erfolgt theilweise in der medianen Sehnen-Naht. Orale Bündel erreichen die Medianlinie nicht. Das Gleiche ist der Fall mit den caudalwärts ausweichenden, aboralen Elementen (Fig. 72). Beiderlei Elemente gehen in eine oberflächliche Aponeurose über. Ausserdem wird eine oberflächliche und eine tiefe Insertions-Schichte in der Nähe der ventralen Medianlinie wahrgenommen.

Cervikale Haut-Nerven durchbohren den Muskel an verschiedenen Stellen der lateralen und ventralen Fläche.

Ein ventraler Ast des Facialis innervirt den Muskel. Dieser trägt demzufolge die Hauptmerkmale eines C_2vd der Amphibien oder von *Hatteria.* Der Muskel bewahrt im Ursprunge von der Dorsalfascie eine primitive Anordnungsweise. Die Anheftung von C_2vd an den Unterkiefer ist eine Sekundärerscheinung, welche diesen Muskeltheil zu einem intermandibularen stempelt. Es handelt sich hier fraglos um einen Abschnitt von C_2vd; die Innervation erhärtet diese Annahme. Da die oberflächliche Muskel-Schichte bei *Hatteria* ebenfalls an die Kiefer-Aussenfläche befestigt ist, und die Innervationsverhältnisse ausserdem völlig mit denen bei *Alligator* übereinstimmen, so dürfte nach dem Vergleiche beider Formen mit einander das Ergebniss dahin zu formuliren sein, dass die bei *Hatteria* und *Alligator* auftretenden, lateralen, mandibularen Ursprünge oralwärts ausgebreitete Theile, von C_2vd und nicht aboral verschobene Abschnitte von C_2mv, seien.

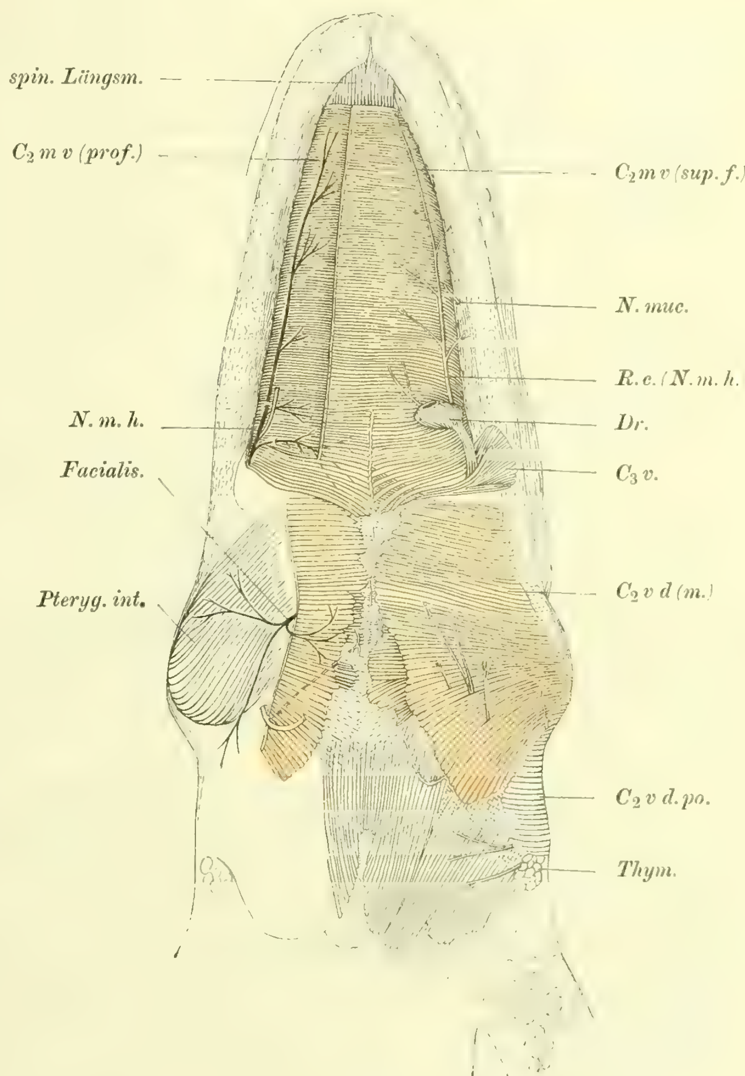


Fig. 72.

Ventrale Ansicht der Kopf-Hals-Gegend von *Alligator lucius.* 2/3. Links ist ein Theil von C_2vd entfernt, um die Ausbreitung des N. facialis erkennen zu können. Links ist ebenfalls die oberflächliche Schichte von C_2mv abgetragen, um die tiefe Lage dieses Muskels zu Tage treten zu lassen.

Vorsicht bei der Beurtheilung solcher Verhältnisse ist geboten. Durch genaue

Prüfung festzustellen, von welchen Gliedern der Facialis-Gruppe ein Anstoss zu Neugestaltungen gegeben worden sei, erhält namentlich für die Reptilien höheren Werth; denn deren Organisationen dürfen mit denen der Säugethiere nur unter Waltenlassen schärfster Kritik in einen engeren Verband gebracht werden.

b. Die aborale Portion (*C_2vd* [*post.*]) der oberflächlichen Sphincter-Schichte schliesst im Ursprunge von der dorsalen Körperfascie an die vorige an; jedoch nicht unmittelbar, da eine von Muskelbündeln freie Spalte, welche erst ventralwärts sich allmählich schliesst, beide Portionen trennt. Unter geringfügiger Divergenz der sonst transversal angeordneten Bündel dehnt sich die Platte zur Ventralfläche aus; sie bleibt jedoch von der Medianlinie weit entfernt (Fig. 72). Die konvexe Insertionslinie greift bis an die aboralen Randbündel der vorderen Nachbar-Portion heran und kommt aboralwärts in der ventralen, subcutanen Fascie zu liegen. Bei seitlicher Ansicht fällt auf, dass Sphincter-Abschnitte nur eine kurze Strecke weit ihre Bündel parallel verlaufen lassen, dass diese ventralwärts senkrecht zu einander angeordnet werden. Das steht im Zusammenhange mit dem Ausgreifen der oralen Portion C_2vd, welche an der Bauchseite in caudaler Richtung erfolgt.

Der M. trapezius ist durch die hintere Sphincter-Portion streckenweise bedeckt.

An beiden Körperseiten desselben Exemplares habe ich „Facialis-Aeste" wohl in den Bereich der aboralen Sphincter-Portion verfolgen können. Ich möchte es aber hier als offene Frage betrachtet wissen, ob letztere nicht doch ein Glied der Glosso-pharyngeus-Gruppe sei. Allerdings habe ich direkt zum Muskel verlaufende Aeste des Gl.-ph. nicht auffinden können. Wir müssen aber im Auge behalten, dass der Glosso-phar. dem Facialis Aeste zusendet, welche, wenn sie zu C_2vd (*post.*) sich begeben, sich zum Facialis etwa ebenso verhalten, wie der Facialis-Ast (N. m. h.) zum dritten Aste des Trigeminus.

Die eigenartige Gruppirung der beiden Sphincter-Portionen beim Alligator ist auf die Befunde der anderen, genauer dargestellten Reptilien keineswegs beziehbar. Es wäre übereilt, wollte man die durch eine horizontale Zwischensehne zum Ausdrucke kommende Zweitheilung des Sphincter von *Varanus bivitt.* in einen engeren Konnex mit dem Befunde bei *Alligator* bringen. Es ist aber denkbar, dass ein derartiger besteht. Genaue, weitere Untersuchungen hierüber werden die Frage vor Allem zu lösen haben, inwiefern das Glosso-phar.-Gebiet zu demjenigen des Facialis sich hinzugesellt habe.

2. Eine tiefe, sphincteren-artig angeordnete Schichte wird von C_2vd überlagert. Nur in der Nähe der ventralen Mittellinie kommen tiefere Bündel-Lagen in oberflächlicher Lage zum Vorscheine (Fig. 72). An der ventralen Körperfläche sind die Bündel der oberflächlichen und der tiefen Schichte streckenweise durch parallele Anordnung zu einer einheitlichen Platte verbunden. Im lateralen Verfolge jedoch wendet sich die tiefere Schichte des Sphincters zur Medialfläche des Unterkiefers und trennt sich dementsprechend von C_2vd (superf.); sie dringt in tiefe Regionen ein. Zieht man in Betracht, dass der Facialis diese tiefere Sphincter-Schichte versorgt durch Aeste, welche zwischen ihr und C_2vd sich ausbreiten, so sind darin so gewichtige

Uebereinstimmungen mit dem als C_2hv gekennzeichneten Gebilde ausgesprochen, dass ich keinen Anstand nehme, die betreffende, tiefere Schichte bei *Alligator* als eine ventrale Zungenbein-Portion zu deuten. Dass diese Schichte die für C_2hv stets bedeutsame Eigenschaft, vom Zungenbein-Bogen zu entspringen, aufgegeben hat, ist zweifellos eine hochgradige Besonderheit, welche an die Organisation von *Alligator* geknüpft ist.

C_2hv entsteht nicht am Hyoid, sondern ist an die zwischen Rücken- und tiefer Hals-Muskulatur vorspringenden Theile der Wirbelsäule festgeheftet (Fig. 73). Die Ausdehnung des Ursprungs beträgt c. 2,5 cm. Die in aboraler und noch lebhafter in oraler Richtung divergirenden Bündel erreichen die ventrale Medianlinie in einer Ausdehnung von beinahe 6 cm. Der Muskel findet hier theilweise das knorpelige Visceral-Skelet als feste Unterlage und geht theilweise mit dem Partner in der Linea alba eine feste Verbindung ein (Fig. 74).

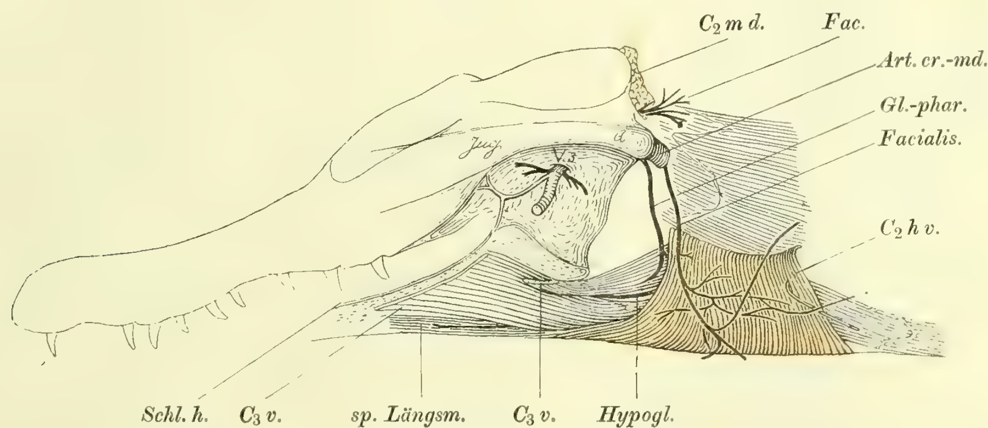


Fig. 73.

Seitliche Ansicht der Kopf-Hals-Gegend von *Alligator lucius*. $^2/_3$. Der Unterkiefer ist exartikulirt und entfernt. Die oberflächlichen, auf Fig. 71 dargestellten Muskel-Schichten sind abgetragen, dessgleichen die Kiefer-Muskeln.

In der Uebertragung des Ursprunges vom Hyoid auf das Achsenskelet liegt eine Specialisirung eines Gliedes der Facialis-Gruppe von *Alligator* vor. Der hierdurch erzielte Vortheil ist einleuchtend. Der Muskel wird ein vorzüglicher Constrictor für den von ihm umgebenen Pharynx-Abschnitt sein können. Er darf als ein tiefer Sphincter colli bezeichnet werden; ihm können nach Ursprung und Insertion auch andere Bezeichnungen zugelegt werden. Für uns ist der Muskel die im Ursprunge wesentlich veränderte Schichte C_2hv. Es fehlen nach meiner Ansicht vorderhand die Anhaltspunkte dafür, den Muskel für eine tiefe, abgespaltene Schichte von C_2vd auszugeben.

Unter den Schildkröten treten bei *Chelonia* tiefe, vertebrale Sphincter-Festheftungen auf, während sie bei *Trionyx*, *Emys*, *Testudo*, *Clemmys* vermisst werden (vergl. Hoffmann o. c. S. 81). Es sollte wohl lohnend sein, der Frage nachzugehen, inwieweit die tiefen, cervikalen Ursprungs-Portionen der Chelonier und Krokodilier engere Beziehungen besässen.

Die Kiefer-Bogen-Schichten sind gut entfaltet. Der dorsale Muskel besteht in höchster Einförmigkeit als Depressor mandibulae; er hat den Anschluss an andere Glieder der Facialis-Gruppe verloren. Der ventrale Muskel tritt wie bei Amphibien als eine intermandibulare, kräftige Platte auf, deren Bündel ausschliesslich quer verlaufen. Er empfängt vom dritten Trigeminus-Aste seine Nerven. Dieselben durchbohren den Unterkiefer in ähnlicher Weise wie bei Amphibien. Der ventrale Kiefer-Bogen-Muskel zeigt neben diesen Uebereinstimmungen auch bedeutsame Abweichungen vom Amphibien-Typus.

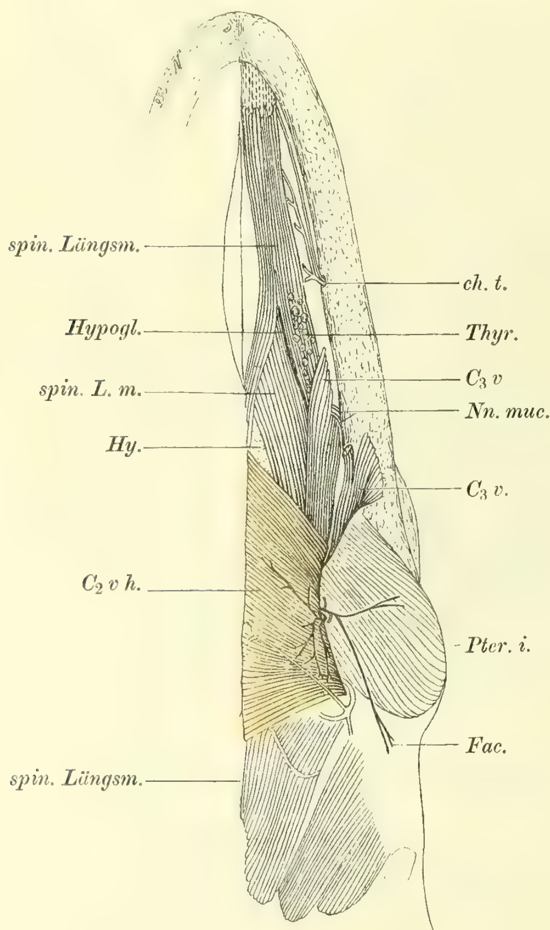


Fig. 74.
Ventrale Ansicht der Kopf-Hals-Gegend von *Alligator lucius*. 2/3. Nach Entfernung der oberflächlichen, auf Fig. 72 dargestellten Schichten.

3. $C_2 md$. (Figg. 73, 75.) Die Ursprungsfläche ist eine rein kraniale; sie liegt am Supra-occip., Occip. lat. und am Quadratum. Ursprungsbündel von der dorsalen Fascie, welche bei keiner anderen Form bisher vermisst worden sind, fehlen beim *Alligator* vollständig. Der massiv geformte Muskel-Körper, bei der Seitenansicht von nahezu quadratischer Gestalt, findet seine Insertion an der dorsalen Fläche des postartikularen, kräftigen Mandibular-Fortsatzes (Fig. 75). Diese Fläche ist vollständig, und zwar hart bis zum Gelenke, durch den Muskel in Anspruch genommen, wohl auch als ein Produkt des Letzteren aufzufassen. Lateral bleibt zwischen Insertion von $C_2 md$ und Ursprung von $C_2 vd$ nur eine schmale Fläche frei. Der Muskel quillt über den Unterkiefer caudalwärts hervor. Seine Bündel sind in oberflächlichen Lagen anders als in tiefen angeordnet (Fig. 75). Die Insertionsbündel des gewaltigen M. pteryg. int. schliessen an der Medialfläche des Kiefers hart an $C_2 md$ an (Fig. 76); an der Lateralseite bleiben beide Muskel-Insertionen von einander entfernt.

$C_2 md$ wird der Möglichkeit Vorschub leisten, die Beute gewohnheits gemäss hastig erschnappen zu helfen, indem der Kiefer beim ersten Akt der Bewegung kräftig nach abwärts geführt wird.

Die ansehnlich entwickelten Facialis-Aeste entsprechen dem anatomischen Baue des Muskels.

Die Tendenz zur einseitigen Ausbildung, welche $C_2 md$ bei den Amphibien verräth, welche bei *Hatteria* und *Varanus* zu grösseren Fortschritten geführt hat, ist

bei *Alligator* zur Wirklichkeit geworden. Von Skelet zu Skelet ziehend, dabei nur ein Gelenk passirend, ist dem Muskel das Gepräge vollständiger Einseitigkeit gegeben. Es wird schwer fallen, irgend welche Nebenwirkungen an dem Muskel noch aufzudecken, und so steht C_2md von *Alligator* am Ende einer vergleichend-anatomischen Reihe, deren Anfang bei Selachiern vorliegt. Von Zuständen, wie von denen bei *Alligator*, leitet kein Pfad zu den neuen, mannigfaltigen Bewegungs-Erscheinungen, welche im Gebiete C_2md der Säugethiere Platz gegriffen haben.

Die Ausbildung von C_2md zum stattlichen Depressor mandibulae vollzieht sich, wie wir gesehen haben, bei Amphibien und Reptilien. Durch diese Ausbildung wird verständlicher Weise auch das zum Unterkiefer ziehende, ventrale Rectus-System in seiner Aufgabe, die Mund-Spalte eröffnen zu helfen, sehr wesentlich entlastet werden müssen. Diese spinale Muskulatur gewinnt dadurch Freiheit bei den Umwandlungs-Vorgängen, welche die fleischige Zunge aus jener spinalen Matrix entstehen lassen.

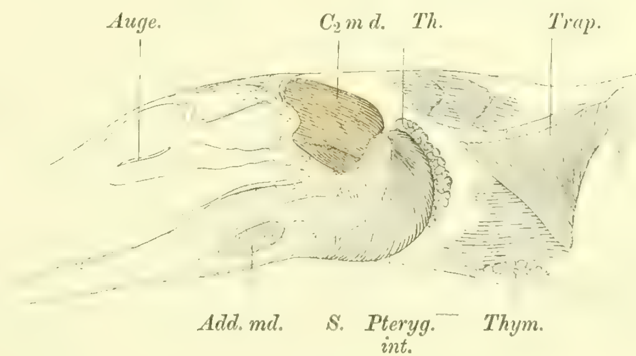


Fig. 75.

Laterale Ansicht der Kopf-Hals-Region von *Alligator lucius*. 1/2. Die oberflächlichen Glieder des motorischen Facialis-Gebietes sind entfernt, um die Ausbreitung von C_2dm hervortreten zu lassen.

Die Ausgestaltung des Hypoglossus-Gebietes, welche bei Amphibien anhebt, bei Reptilien grössere Fortschritte macht, scheint demnach unter einer gewissen korrelativen Abhängigkeit vom motorischen Facialis-Gebiete sich vollzogen zu haben.

4. C_2mv (Fig. 72). Die transversalen Bündel der intermandibularen Platte beginnen etwa 1 cm hinter der Symphyse des Unterkiefers. Zwischen Letzterem und dem vorderen Muskelrande treten Theile des spinalen Rectus-Systemes zu Tage. Die Quer-Bündel nehmen in caudaler Flucht an Mächtigkeit zu und bilden in einer Ausdehnung von 6 cm einen einheitlichen, intermandibularen Muskel. Demselben reiht sich aboral ein 2 cm breiter Abschnitt an, welcher von dem Partner durch eine mediane Sehnen-Naht getrennt ist und dadurch eine bilaterale Anlage verräth. Die aboralen Bündel entstehen von der medianen Sehnenplatte, welche auch für C_2vd Anheftungen dargeboten hat; sie sind scharf begrenzt und bedecken einen kleinen, oralen Abschnitt von C_2hv, welcher rechts auf Fig. 72 (linke Körperseite), als in tiefer Lage befindlich, eingezeichnet ist.

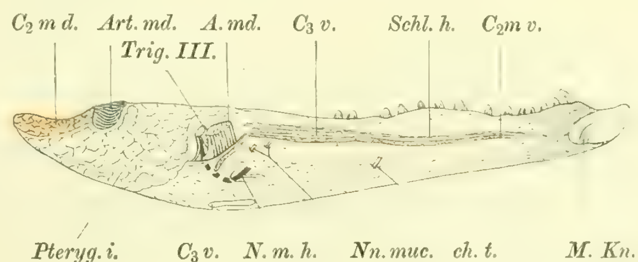


Fig. 76.

Ansicht der medialen Fläche des mandibularen *Alligator*. 3/5. Die Anheftungsstellen der Muskeln und die in den Kiefer eintretenden Nerven sind zur Darstellung gekommen.

Die Anheftung geschieht beiderseits an der Innenfläche des Unterkiefers (Fig. 76). Vorn bedeckt die Schleimhaut des Mund-Höhlen-Bodens die Insertionsbündel, weiter hinten schiebt sich zwischen diese und die Schleimhaut die Insertionsportion eines Gliedes der Hypoglossus-, also der spinalen Muskel-Gruppe ein. Die Insertionslinie macht an ihrem aboralen Ende gegen den Unterrand der Mandibula zu eine ventralwärts gerichtete Biegung. Hier sind die aboralen Grenzbündel von C_2mv angeheftet, welche den oralen von C_2vd wohl benachbart, aber von ihnen dennoch deutlich abgesetzt sind (Fig. 72). Einige, aberrante Bündel schlagen einen oberflächlichen Verlauf ein und heften sich gemeinsam mit einem Gliede der Glosso-pharyngeus-Gruppe am Unterkiefer fest (Figg. 72, 76), von welchem vorwärts gerichtete Bündel-Züge auch zur Haut-Drüse der Regio intermandibul. gelangen.

C_2mv von *Alligator* stimmt bezüglich der Insertion und Anordnung mit dem typischen Muskel der Amphibien darin überein, dass er Abschnitte von C_2hv überlagert. Fundamentale Verschiedenheiten zwischen *Menobranchus* und *Alligator* bestehen bezüglich jener Punkte insofern, als die mediane Zwischensehne beim Letzteren grösstentheils verschwunden ist. Im Vergleiche mit Formen wie *Menopoma*, *Cryptobr.*, *Rana* etc. tritt die Differenz im Fehlen eines selbstständigen vorderen, retromentalen Muskels bei *Alligator* hervor, worin dieser mit *Hatteria* und *Varanus* zusammentrifft.

Was C_2mv von *Alligator* aber vor allen anderen Formen auszeichnet, ist die Schichten-Bildung desselben. Sie wird durch den Verlauf des ihm zugehörigen Nerven (N. m. h.) (Fig. 72 links) erkennbar. Der Nervenast zieht längs des Unterkiefers zwischen beiden Lagen des Muskels vorwärts. Einige, aborale Randbündel von C_2mv sind von dieser Spaltung ausgeschlossen.

Da der Nerv (N. m. h.) bei Amphibien an der ventralen Oberfläche von C_2hv sich verbreitet, so ist der Befund bei *Alligator* durch die Annahme der Neubildung einer ventralen Bündel-Lage erklärbar.

Diese Schichten-Bildung im Gebiete von C_2mv ist vielleicht nicht ohne Bedeutung für die Beurtheilung der Vorgänge bei Mammaliern. Die Lagerung des Nerven wird Aufschluss darüber zu geben haben, welche Muskel-Lagen die neu hinzugekommenen seien. Die Lage des Nerven wird aber auch zur schärferen Ausbildung der ihn einschliessenden Schichten beitragen können.

Motorische Aeste des N. facialis.

Nach dem Verlassen des knöchernen Schädels zerfällt der Facialis in zwei Aeste. Der eine Ast senkt sich sofort, mehrfach getheilt, in den Depressor mandibulae ein; er verbleibt im Dorsalgebiete (Fig. 73). Der andere, schlankere Ast zieht an der Medialfläche des M. pteryg. int. ventralwärts, gelangt zwischen C_2vd und C_2hv, um beide Muskeln mit Zweigen zu versehen. Die auf der Aussenfläche von C_2hv sich verbreitenden Nerven bilden im caudalen Verlaufe Schlingen. Ein Zweig überschreitet den aboralen Muskel-Rand und endigt, wie ich glaube annehmen zu

dürfen, im aboralen Abschnitte von C_2vd (Figg. 72, 73, 74). Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass dieser Nerven-Ast dem Facialis aus dem Glosso-pharyngeus zurückgeführt sei. Stattliche, ventral vor- und caudalwärts ziehende Nerven sowie ein dorsalwärts gerichteter, schlanker Nerv senken sich in C_2vd ein. Dieselben sind auch links auf der Figur 72 zur Darstellung gelangt.

Der Nerv für den intermandibularen Muskel C_2mv ist ein Ast des Ram. III n. trigemini. Er betritt gemeinsam mit sensibelen Aesten den Unterkiefer, vor der Insertion des Pterygoideus internus und hinter einer Portion des Kau-Muskels, welcher die Höhlung im Unterkiefer ausfüllt (Fig. 72). Der Nerv (N. m. h.) sowie das zu ihm gehörige Endgebiet entsprechen den gleichbezeichneten Bildungen bei Amphibien. Beide müssen daher dem Facialis-Gebiete zugezählt werden. Da keine derartigen Anastomosen zwischen Trigeminus und Facialis auch im Verlaufe durch den Schädel vorliegen, welche auf einen peripher erfolgten Anschluss des Nerven N. m. h. an den Trigeminus hindeuten, so muss auch hier eine intrakraniale Verschmelzung beider Nerven angenommen werden.

Durch den sicheren Nachweis der verschiedenartig verlaufenden Nerven für C_2hv und C_2mv bei *Alligator* wird die Annahme erhärtet, dass auch bei denjenigen Reptilien, bei welchen nur eine Muskel-Platte besteht (*Hatteria*), dieselbe durch die Verschmelzung von C_2vd und C_2mv zu Stande gekommen ist. Die Annahme muss jedoch durch den positiven Nachweis ersetzt werden.

IV. Mammalia.

Das motorische Facialis-Gebiet der Säugethiere ist in seiner reichen Gliederung ziemlich gut bekannt. Die vergleichend-anatomische, strengere Beurtheilung desselben ist bisher nur selten unternommen worden und wohl immer missglückt. Eine festere Basis gewinnen wir durch die vorhergehenden Auseinandersetzungen. Die Homologieen können aber jetzt noch nicht endgiltig festgestellt werden. Die Kluft zwischen der verhältnissmässig geringfügigen Sonderung im Facialis-Gebiete der Amphibien und Reptilien einerseits und der hochgradigen Ausbildung bei den Säugethieren andererseits ist eine zu grosse, als dass alle Schwierigkeiten beseitigt werden können. Auf manche Fragen indessen kann, wie ich glaube, eine befriedigende Antwort gegeben werden.

In eine specielle Erörterung der Facialis-Muskulatur der Säugethiere wird hier nicht eingegangen werden. Letztere, in ihrer allgemeinen Anordnung als bekannt vorausgesetzt, ist in ihrer phylogenetischen Beziehung zu den Einrichtungen der *Anamnia* und der Reptilien zu behandeln. Da es möglich ist, alle Glieder des besagten Gebietes, welche bei Fischen, Amphibien und Reptilien auftreten, wieder namhaft zu machen, so können die einzelnen Muskel-Schichten auch hier der Reihe nach besprochen werden.

Die Ableitung der sogenannten „Gesichts-Muskulatur“ hat bisher die grösste Schwierigkeit verursacht. Durch die bei Monotremen bekannt gewordenen Einrichtungen sind wir in einigen Punkten weiter gekommen.

1. C_2vd. Die von der dorso-lateralen Körper-Fläche zur ventralen Mittellinie durchlaufenden Bündel-Lagen werden in einem sehr ursprünglichen Verhalten bei *Ornithorhynchus* angetroffen. Sie bilden hier einen Sphincter colli, welcher, ausschliesslich aus quer verlaufenden Bündeln bestehend, von der dorsalen, oberflächlichen Fascie ausgeht und in der ventralen Medianlinie einen sehr lebhaften Austausch der beiderseitigen Elemente zu Stande kommen lässt.

Der Sphincter colli überschreitet nach vorn den Mund-Winkel nicht. In diesem Punkte liegt ein enger Anschluss an die Zustände der Amphibien und Reptilien vor. Die Durchwachsung der beiderseitigen Muskel-Bündel in der ventralen Medianlinie tritt uns bei *Ornithorhynchus* nicht zum ersten Male entgegen. Sie war auch bei *Alligator* wahrnehmbar.

Bei *Echidna* hat sich ebenfalls eine sehr einfache Anordnung von C_2vd in einem wohlentfalteten Sphincter colli erhalten. Das Ursprüngliche erscheint in der Festheftung an der dorsalen, oberflächlichen Fascie, ferner in der queren Bündel-Anordnung.

In drei wichtigen Punkten sind die Fortschritte zu verzeichnen, welche C_2vd von *Echidna* gegenüber *Ornithorhynchus* und allen niederen Formen gemacht hat. Erstens findet eine sehr intensive Bündel-Durchkreuzung in der ventralen Mittellinie statt. Die betreffenden, aboralen Elemente haben ihren queren Verlauf mit einem schrägen, caudalwärts gerichteten eingetauscht. Zweitens hat sich ein primitiver M. buccinatorius von C_2vd abgegliedert. Derselbe dehnt sich vorwärts bis zur Begrenzung der engen Mund-Spalte aus. Der Buccinatorius bildet ein sehr bedeutungsvolles Glied in der Gesichts-Muskulatur aller Säugethiere, welches bei *Echidna* zum ersten Male auftritt, um bei höheren Formen nicht mehr zu verschwinden. Der Säugethier-Charakter von C_2dv ist also durch den Buccinator ausgesprochen.

Drittens haben sich bei *Echidna* tiefe Bündel-Lagen von C_2dv abgeschieden, welche durch Anheftung an die Ohr-Muschel ausgezeichnet sind. Diese tiefen, aurikularen Sphincter-Bündel tragen zur Eröffnung des äusseren Gehör-Ganges bei. Auch diese, bei *Echidna* zum ersten Male auftretend, bleiben ein integrirender Bestandtheil der „Gesichts-Muskulatur“ bei Säugethieren.

Die ursprünglich dorso-ventralwärts durchlaufende Bündel-Lage C_2dv hat also den primitiven Charakter bei *Echidna* verloren, indem sie die Anlage zu specifischen Gesichts-Muskeln abgegeben hat.

Eine genaue Darstellung der hier in Betracht kommenden Muskeln der Monotremen ist in Semon's „Zoologischen Forschungsreisen in Australien und dem malayischen Archipel“ gegeben[1]).

---

1) G. Ruge. Die Haut-Muskulatur der Monotremen und ihre Beziehungen zu den Marsupial- und Mammarapparaten. Jena 1895.

Da durch frühere Untersuchungen das Schicksal des Sphincter colli bei höheren Mammaliern klargelegt worden ist, so kann nunmehr ziemlich genau angegeben werden, welchen Weg der Sonderung C_2dv von den Selachiern bis zu den Primaten durchlaufen hat. Wir werden einen M. nasalis, einen M. caninus, einen M. buccolabialis, einen Triangularis oris, einen Risorius Santorini des Menschen von der Schichte C_2dv der Fische abzuleiten, uns berechtigt fühlen dürfen. Ich sehe keine Lücke in diesem vergleichend-anatomischen Ergebnisse, welches durch entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen wohl hier und dort befestigt oder erweitert werden kann. Aber ebenso wenig, wie die Ontogonie zur Erkenntniss dieses grossen Entwickelungs-Ganges etwas hat beitragen können, wird ihr die Berechtigung zugesprochen werden dürfen, etwa auf Grund negativer Instanzen Einspruch gegen das vergleichend-anatomische Resultat zu erheben. Die Grenzen, welche der entwickelungsgeschichtlichen Erkenntniss gesetzt sind, erweisen sich auf unserem Gebiete als engere, als sie für die vergleichend-anatomische Forschung bestehen.

Die tiefe, am Zungenbein-Bogen festsitzende Muskelschichte C_2h ist bei den Säugethieren zum Theil deutlich nachweisbar.

Es erscheint mir fraglos, dass

2. C_2hd bei den Säugethieren im Musc. stapedius sich erhalten habe. Dieser entsteht am Cranium und befestigt sich am Steigbügel, einem Produkte des Dorsalstückes des Zungenbein-Bogens.

Es soll vorderhand nicht als völlig ausgeschlossen gelten, dass der M. stylohyoideus ebenfalls als ein Derivat von C_2hd aufzufassen sei. Der Muskel müsste allerdings bei dieser Annahme gleichzeitig mit dem Verwachsen des Proc. stylohyoideus mit dem Temporale seinen Ursprung vom Schädel auf jenen Fortsatz verlegt haben. Die Insertion spricht nicht direkt gegen die Deutung des Muskels als eines Theiles von C_2hd. Es ist für mich indessen in hohem Grade wahrscheinlich, dass der M. stylo-hyoideus mit einem C_2hv in Parallele gestellt werden müsse.

Eine andere, ventrale Portion, welche mit der ursprünglichen Zungenbein-Bogenschichte, C_2hv der Fische, vergleichbar wäre, ist bei Säugethieren höherer Ordnung nämlich nicht mehr anzuführen. Sie könnte allerdings unter Ausbildung von C_2vd zum mächtigen Sphincter colli zu Grunde gegangen sein.

Andererseits besteht, und das ist vielleicht von ausschlaggebender Bedeutung, bei den Monotremen ein von der ventralen Medianlinie quer nach aussen ziehender Muskel, welcher bei *Echidna* am Temporale in der Nähe einer Pars styloides und der knorpeligen Ohr-Muschel festgeheftet ist. Die Innervation durch den N. facialis bringt diesen Muskel in die hier behandelte Gruppe; die Anordnung lässt ihn uns als Homologen von C_2hv beurtheilen. Es sind in unserer Vorstellung keine sehr grossen Umgestaltungen anzunehmen, die Anheftungspunkte des queren, ventralen Muskels der Monotremen aus der Medianlinie bis in die Gegend der Zungenbein-Hörner zu verlegen, wie sie etwa beim Menschen angetroffen wird.

3. C_2hv besteht aber bei den Monotremen in einer sehr ursprünglichen Anordnung, und zwar sowohl bei *Ornithorhynchus* (O. c. 1895 Fig. 36) als auch bei

Echidna (O. c. Fig. 38). Dass der ventrale, transversale Muskel dieser Formen mit dem Stylo-hyoideus höherer Ordnungen übereinstimmt, soll hier nicht näher auseinander gesetzt werden. Die Wahrscheinlichkeit einer solchen Annahme drängt sich uns auf, wenn wir die Festheftung der betreffenden Muskel an den mit dem Temporale verbundenen Zungenbein-Bogentheilen in Betracht ziehen. Dass der M. stapedius im Vergleiche mit C_2hd der Fische eine Rolle spielt, welche der M. stylohyoideus der Monotremen im Vergleiche mit der Schichte C_2hv übernimmt, erscheint mir als ein Ergebniss von Bedeutung.

4. C_2md. Die Vergleichung dieser Schichte niederer Wirbelthiere mit den Derivaten bei Säugethieren stösst auf Schwierigkeiten, die in unserer geringfügigen Kenntniss der Verhältnisse der Vorfahren der Säugethiere wurzeln. Die Schwierigkeiten werden ausserdem dadurch erhöht, dass in dem Gebiet C_2md sehr eingreifende Umgestaltungen bei den Promammalia Platz gegriffen haben müssen.

Aus C_2md der Fische sind bei den Säugethieren nach meiner Meinung der hintere Bauch des M. biventer und die sogenannte Platysma-Gruppe entstanden. Diese Ansicht erfordert ihre Begründung, welche wir für beide Bildungen gesondert behandeln müssen.

a. Der hintere Bauch des Biventer maxillae zeichnet sich durch seinen Ursprung vom Schädel aus. Diese Eigenschaft lässt den Säugethier-Muskel in Parallele mit dem M. depressor mandibulae bringen, welcher bei *Protopterus*, Amphibien und Reptilien aus C_2md der Selachier hervorgegangen ist. Der Uebergang der Endsehnen des hinteren Biventer-Bauches in den vom N. mylo-hyoideus innervirten, vorderen Biventer-Bauch ist in jeder Beziehung als eine Sekundär-Erscheinung gekennzeichnet. Beide Muskeln haben, was durch zahlreiche und ausgezeichnete Untersuchungen zum Theil klar gelegt ist, allmählich einen innigen Verband empfangen. Dieser hat sich nur unter Umgestaltungen in der Mylo-hyoideus-Gruppe einstellen können, und zwar unter der Umordnung der ursprünglich transversal geordneten Bündel der oberflächlichen Schichte des intermandibularen Muskels in ein allmählich längs verlaufendes Gebilde, dessen Sehne in der Nähe des Zungen-Beines mit derjenigen von C_2md eine Vereinigung hat finden können.

Die Beziehungen der bei Säugethieren aus dem Depressor mandibulae der Reptilien und Amphibien hervorgegangenen Muskel-Lage C_2md zum Zungen-Beine sind lockerer Art. Dies geht aus den vielfachen Zuständen, welche auch die menschliche Anatomie zu Tage gefördert hat, hervor.

Es könnte schwierig sein, zu begreifen, aus welchen Gründen C_2md die bedeutsamen Beziehungen zur Mandibula bei den Säugethieren verloren hätte, wenn nicht gerade mit diesem Wechsel auch die Umformungen zusammenfielen, durch welche das Quadratum und das Angulare des ersten Schlund-Bogens in den Bereich des Gehör-Apparates gebracht worden wären. Mit der Neubildung des Kiefer-Gelenkes bei den Säugethieren, bedingt durch die Verlagerung des primitiven Kiefer-Gelenkes in die Paukenhöhle, fällt der Wechsel der Insertion von C_2md zusammen. Ein Funktions-Wechsel am Muskel hat sich indessen in dem gleichen Grade nicht vollzogen.

C_2md bewahrte die Möglichkeit der Eröffnung der Mund-Spalte, indem er sich mit der gleichzeitig veränderten, oberflächlichen Mylo-hyoideus-Schichte zum zweibäuchigen Unterkiefer-Muskel verband.

Nach vielfachen Versuchen erst, welche die vergleichende Anatomie kennen lehrt, ist ein zweibäuchiger Unterkiefer-Muskel in der Säugethier-Reihe zur Ausbildung gekommen.

b. Die Platysma-Gruppe zeichnet die Kopf-Muskulatur der Säugethiere aus. Sie leitet sich von C_2md der Fische, Amphibien und Reptilien her. Der Thatbestand, welcher die Anordnung von C_2md bei *Varanus* auszeichnet, wird auf den in Betracht kommenden Zustand bei den Monotremen beziehbar.

Eine Schichten-Bildung lässt bei *Varanus* einen tiefen Muskel unterscheiden, welcher auf den Figuren 65—67 als C_2md (pr.) dargestellt und durch die Anheftung in der Nähe des Kiefer-Gelenkes gekennzeichnet ist. Diese tiefe Schichte entsteht am Cranium hinter dem Trommelfelle und wird durch die genannten Eigenschaften mit dem hinteren Bauche des Biventer maxillae der Säugethiere vergleichbar.

Eine oberflächliche Platte entsteht bei *Varanus* mit aboralen Ursprüngen von der dorsalen Körper-Fascie. Die Anheftung am Unterkiefer erfolgt mittelst einer langen, kräftigen Sehne weit vorn, wie die Figuren 63—70 uns gezeigt haben, auf denen die oberflächliche Schichte als C_2md (superf.) unterscheidbar ist. Der Muskel ist lang gestreckt und trägt bei *Varanus* fraglos zu der bedeutsamen Wirkung als Depressor mandibulae bei.

Bei Monotremen stimmt die Anordnung des dorsalen Platysma in allen wesentlichen Eigenschaften mit C_2md (superf.) von *Varanus* überein. Es handelt sich auch um eine Muskel-Lage, welche am Kiefer-Apparate befestigt ist, um von hier in caudaler Richtung oberflächlich auszustrahlen und an der dorsalen Körper-Fascie sowie an dem Integumente sich zu inseriren. Die vielfachen Textfiguren in den Untersuchungen über die Haut-Muskulatur der Monotremen lassen jene übereinstimmende Anordnung hervortreten.

Alle wesentlichen Unterschiede zwischen C_2md (superf.) von *Varanus* und der Platysma-Gruppe der Monotremen sind zugleich zu fundamentalen Eigenschaften für alle Säugethiere geworden. Der oberflächliche Abschnitt C_2md ist zu einer Platysma-Gruppe bei den Säugethieren dadurch geworden, dass die Lagerung nicht wie bei *Varanus* auf die Gegend hinter dem Trommelfelle beschränkt geblieben ist. Die Muskel-Schichte hat sich in ausgedehnter Weise vor die Ohr-Muschel bis zum Auge und selbst vor dem Auge bis zur Stirn ausgedehnt. Dieser neue Erwerb hat namentlich bei *Echidna* sich vollzogen, indessen der Säugethier-Charakter bei *Ornithorhynchus* durch Rückbildungen und Umbildungen in dem betreffenden Gebiete nicht so scharf zum Ausdrucke kommt.

Da die Homologieen der Säugethier-Muskeln hier nur in grossen Zügen festzustellen sind, so muss auch von Betrachtungen abgesehen werden, zu welchen die Verwerthung des auf diesem Gebiete uns bekannt Gewordenen führt.

5. C_2mv ist bei den Säugethieren wie bei allen niederen Wirbelthier-Abtheilungen eine intermandibulare Muskel-Lage. Die Innervation stimmt mit derjenigen

bei Amphibien und Reptilien überein. Die Einschichtigkeit ist durchgehends durch eine Sonderung in mehrere Lagen ersetzt worden. Der vordere Bauch eines Biventer maxillae und ein Musculus mylo-hyoideus sind die Produkte des einfachen C_2mv der Selachier. Die Sonderung in eine oberflächliche und in eine tiefere Muskel-Platte trat versuchsweise schon bei Reptilien auf (*Alligator*). Genauere Kenntniss der Anatomie des Kopfes dieser Thiere wird fraglos weiteren Aufschluss bringen.

Die oberflächliche Schichte errang, indem sie ihre ursprüngliche, transversale Bündel-Anordnung mit einem Längsverlaufe vertauschte, Beziehungen zum primitiven Depressor mandibulae, C_2md. Im Zustandekommen eines Biventer max. spricht sich wohl das höchst erreichte Differenzirungs-Vermögen der betreffenden Gliedstücke des ursprünglichen Facialis-Gebietes aus.

Die tiefere Schichte des Muskels C_2mv hat durch neu erworbene Anheftungen am Zungen-Beine bei *Mammaliern* den Charakter eines Mylo-hyoideus sich erworben, welcher Name auch der oberflächlichen Lage oftmals mit vollem Rechte zukommt. Aus Utilitätsgründen dürften die bei Säugethieren aus C_2mv der Fische ableitbaren Gebilde als Mylo-hyoideus-Gruppe bezeichnet werden. Der Nerv gleichen Namens, dem Ram. III des Trigeminus angeschlossen, beherrscht diese Gruppe.

Aeussere Gründe veranlassten mich, auf eine specielle, vergleichend-anatomische Behandlung der Säugethier-Zustände nicht einzugehen, ebenso eine nähere Erörterung des sensibelen Gebietes des N. facialis ausser Acht zu lassen. Diesen Blättern werden daher Nachträge folgen, welchen einige ausführlichere Darstellungen bestimmter Fragen sich ausschliessen werden. Bei dieser Gelegenheit wird der litterarischen Errungenschaften gedacht werden, welche, in ihrem vollen Zusammenhange benützt, schöne Belegstücke zu den hier vertretenen Resultaten liefern.

Erklärungen der für die Textfiguren giltigen Bezeichnungen.

1. Skelet.

Am Cranium.

Cr. Cranium.
Aug.st. Augenstiel.
p.orb.F. Postorbitalfortsatz.
Cr.x. Vom Cranium abgesprengtes Knorpelstück.
Infraorb. Ossa infraorbitalia.

Am Visceralskelete.

L. Prämaxillar-Knorpel.
L_1. Maxillar-Knorpel.
L_2. Prämandibular-Knorpel.
L_3 u. $_4$. Die bei Protopterus am Unterkiefer festsitzenden Knorpel-Stäbe.
P.-Q. Palato-Quadratum.
Quadr. Quadratum.
Mand. (*Md.*) Mandibula.
  M. K. Meckel's Knorpel.
  For.m.h. Foramen mylo-hyoideum, für den gleichnamigen Nerven bestimmt.
  Can.ly. Lymph-Kanal, welcher den Unterkiefer bei Ceratodus durchsetzt.
  Proc. ang. Caudalwärts gerichteter Fortsatz des Unterkiefers bei Alligator lucius.
Hy-Md. Hyo-Mandibulare, dorsales Stück.
  Hy Ventrales Stück des Zungenbein-Bogens.
  Rpl. { *d* dorsale / *v* ventrale } Radien-Platte des Zungenbein-Bogens.
Op. Operculum.
Subop. Suboperculum.
Art.cr.md. Gelenk zwischen Mandibula und Schädel.
Art.cr.-pa. Gelenk zwischen dem Gaumen-Stücke des Palato-Quadratum und dem Cranium.
Art.cr.-q. Gelenk zwischen dem Quadratum und dem Cranium.

Ligamentöse Bildungen.

Lig.hy.-md.(mx.) Band zwischen Kiefer und Zungenbein-Bogen.
Lig.hyo-operc. Band zwischen dem Operculum und Zungenbein-Bogen.
Lig.subop.-md. Band-Apparat zwischen Suboperculum und Unterkiefer.
Lig.i.op. Band-Apparat zwischen den Operkular-Stücken.
Lig.orb.-q. Band-Apparat zwischen Quadratum und Orbital-Region.
Lig.qua.-lab. Band-Apparat zwischen Quadratum und Oberlippe.
Memb.hy-subop. Bindegewebsmembran in der Kiemen-Deckel-Falte zwischen Hyoid und Suboperculum.
Membr.operc. Bindegewebsmembran in der Operkular-Falte, vom Operculum ausgehend.

2. Muskulatur.

C_1 Abschnitt des Constrictor superfic., von Trigeminus innervirt.
C_2 „ „ „ „ „ Facialis „
C_3 „ „ „ „ „ Glosso-pharyngeus innervirt.
C_{4-7} „ „ „ „ „ Vagus innervirt.
$C_{1-7}v(d)$ Ventraler (dorsaler) Abschnitt der Vorigen.
C_2dv Dorso-ventralwärts durchlaufende Bündel des Facialis-Gebietes.
$C_2h(v,d)$ Ventrale, dorsale, am Zungenbein-Bogen festgeheftete Schichte.
$C_2m(v,d)$ Ventrale, dorsale, am Kiefer-Bogen festgeheftete Schichte.
$C_2hd(pr.)$ Tiefe Lage der dorsalen Zungenbein-Bogen-Schichte.
$C_2md(supf.,med.,pr.)$ Oberflächliche, mittlere und tiefe Lage der dorsalen Kiefer-Bogen-Schichte.
$C_2md(hy)$ Am Zungenbein-Bogen festsitzende Portion der dorsalen Kiefer-Bogen-Schichte.
$C_2md(cr.)$ Am Cranium entstehende Portion der dorsalen Kiefer-Bogen-Schichte.
$C_2mv(a.p.)$ Vorderer und hinterer Abschnitt der ventralen „ „ „
Ins.cut. Haut-Insertion der Schichte C_2vd (Fig. 71).
Add.md. Adductor mandibulae.
  P.spir. Die von der Wandung des Spritzloch-Kanales entstehende Portion des Vorigen.
Lev.max. Levator maxillae.
Add.s. Levator labii superioris (Lev. l. s.)

M. temp. Musculus temporalis.
Tendo. Kräftige Ursprungs-Sehne im M. temporalis.
Pter. i. Musculus pterygoideus internus.
Lev. p. nict. Levator palpebrae nictitantis.
Retr. p. s. Retractor palpebrae superioris.
M. cr.-op. Muskel zwischen Schädel und Operculum.
M. cr.-s. op. „ „ „ Suboperculum.
M. i. op. „ „ Operculum und Suboperculum.
M. s. op. Muskel ventral vom Suboperculum.
Lev. arc. bra. Levatores arcuum branchialium.
Trap. M. trapezius.
Trap.-Syst. Die Muskelgruppe, deren aborales Glied den M. trapezius darstellt.
S. R. M. Seiten-Rumpf-Muskulatur.
V. Rumpfm. Ventrale Rumpf-Muskulatur.
spin. Längsm. Die, von spinalen Nerven versorgten, ventralen Längsmuskeln der Visceralregion.
hor. Zw. Horizontal verlaufende Sehne in der Muskel-Schichte $C_2 vd$.
Cor.-hy.-md. Die vom Schultergürtel zum Zungenbein- und zum Kiefer-Bogen ziehenden, spinalen Längsmuskeln.

3. Nerven.

Trig. N. trigeminus.
Trig. III. R. tertius n. trigemini.
Fac. N. facialis.
Gl.-ph. N. glosso-pharyngeus.
Vag. N. vagus.
R. dors. Ramus dorsalis n. vagi.
R. lat. „ lateralis n. vagi.
R. trap. Zweig zum M. trapezius.
Rr. branch. Die zu den Kiemen-Bogen ziehenden Zweige des N. vagus.
R. card. Der zum Herzen ziehende Vagus-Ast.
Hypogl. N. hypoglossus.
R. c. md. (trig., fac.) Hautast des Trig., resp. des Facialis zur Unterkiefer-Gegend.
R. c. md.-ment. (fac.) Hautast des Facialis zur Unterkiefer- und Kinn-Gegend.
R. c. max (fac.) „ „ „ „ Gegend des Oberkiefers.
Rr. mx.-md. (fac., trig.) „ „ Facialis, Trigem. zur Ober- und Unterkiefer-Gegend.
Rr. c. bucco-mx.-md.-ment. Hautäste zur Gegend der Wange, des Ober- und Unterkiefers und des Kinnes.
R. hy-md. Der zum Unterkiefer und zum Zungenbein-Bogen ziehende Truncus hyoideo-mandibularis des N. facialis.
R. pal. (fac.) Der zur Schleimhaut der Gaumen-Gegend gelangende Facialis-Ast.
ch. t. (fac.) Der zur Schleimhaut der Gegend des Zungenbein-Bogens gelangende Facialis-Ast.
R. op. d. Der im Kiemen-Deckel dorsal verbreitete Facialis-Ast.
N. m. h. N. mylo-hyoideus, welcher vom Ram. III. n. trigemini sich loslöst, die Mand. durchsetzt, die Schichte $C_2 m v$ innervirt und die Haut auf diesem versieht.
R. comm. i. V et VII. Anastomose zwischen Trigeminus und Facialis.
Nn. c. sp. Hautäste spinaler Nerven.
N. muc. Schleimhaut-Aeste.

4. Verschiedenartige Körpertheile.

Na. Nasengrube.
Orb. Augenhöhle.
Sp. Spritzloch.
Kiemsp. Kiemen-Spalten.
K. D. Kiemen-Deckel.
Membr. ty. Trommelfell.
Ap. d. } dorsale }
Ap. v. } ventrale } Aponeurose, welche der Facialis-Muskulatur zur Anheftung dient.
Thy Glandula thymus.
Thy. L. Grube, welche nach der Entfernung der Thymus entstand.
Schl. K. Schleim-Kanal.
Schl. h. Schleimhaut der Mundhöhle.
A. Gefässe am Halse.

Inhalt.

UEBER DIE

SPINO-OCCIPITALEN NERVEN DER SELACHIER UND HOLOCEPHALEN

UND IHRE VERGLEICHENDE MORPHOLOGIE

VON

DR. MAX FÜRBRINGER

O. Ö. PROFESSOR DER ANATOMIE UND DIREKTOR DER ANATOMISCHEN ANSTALT
IN JENA.

MIT TAFEL I—VIII.

Stannius hat bekanntlich in seinen Untersuchungen über das peripherische Nervensystem der Fische (1849) Nervenwurzeln bei den Selachiern beschrieben, welche in der Nachbarschaft des N. vagus, ventral von ihm, von der Medulla abgehen, sich hinsichtlich ihrer Ursprungsverhältnisse ganz wie ventrale Wurzeln verhalten und in gesonderten, ventral resp. ventro-caudal von der Vagusöffnung gelegenen Kanälchen die Occipitalregion des Schädels durchziehen.

Die Kenntniss dieser danach mehr vernachlässigten Nerven gewann neue Fortschritte in Gegenbaur's klassischer Abhandlung über die Kopfnerven von *Hexanchus* (1871) und in seinem fundamentalen Werke über das Kopfskelet der Selachier (1872). Gegenbaur hat hier nicht nur durch ausgedehnte Untersuchungen unser thatsächliches Wissen über dieselben erheblich vermehrt, sondern auch durch die vertiefte Fragestellung nach ihrer morphologischen Bedeutung sehr wesentlich zur Erkenntniss derselben beigetragen. Wiederholt, namentlich aber in seiner Abhandlung über die Metamerie des Kopfes und die Wirbeltheorie des Kopfskeletes (1887), ist er seitdem auf diese Nerven zurückgekommen. Diese Abhandlung enthält nicht nur die kritische Zusammenstellung und Beleuchtung dessen, was die vergleichende Anatomie und die Ontogenie zu Tage gefördert, sondern auch ein reiches Programm für zukünftige Arbeiten.

An seine Veröffentlichungen hat sich eine reiche, bis in unsere Tage fortgeführte Litteratur angeschlossen; anatomische und embryologische Forschungen haben sich die Hände gereicht und haben uns ein Material gewonnen, welches der weiteren Deutung als Grundlage dienen konnte.

Namentlich zwischen zwei Alternativen hatte die Auffassung dieser Nerven zu wählen: gehören sie zum N. vagus, dessen ventrale Wurzeln darstellend, oder sind sie ihm fremde Elemente? Und damit verband sich die weitere Frage hinsichtlich ihrer Relationen zu dem N. hypoglossus der höheren Wirbelthiere. Mehr und mehr wurde ihre spinale Natur und damit ihre Homologie oder Homodynamie zu dem Hypoglossus erkannt, und dieser Erkenntniss ist auch durch eine entsprechende Nomenklatur Rechnung getragen worden; u. A. habe ich sie in einer kleinen Abhandlung (1895) als spino-occipitale Nerven bezeichnet, womit der Titel der vorliegenden Untersuchung erklärt sei.

Sind auch die Grundzüge unseres Wissens über diese Nerven gesichert, ist auch ihre vergleichend-anatomische Bedeutung namentlich durch GEGENBAUR's Abhandlung aus dem Jahre 1887 festgestellt, kann damit die Frage nach ihrem Wesen keine höhere Bedeutung mehr beanspruchen, so bestehen doch noch genug Lücken und Streitfragen über dieselben, — ganz abgesehen davon, dass immer noch eine Anzahl Autoren, auf Grund ontogenetischer Untersuchungen, die nähere Verwandtschaft zu dem N. vagus resp. vago-accessorius festhält. Weiterhin sind es aber gerade diese Nerven, welche zufolge ihrer Lage an der Grenze von Schädel und Wirbelsäule, von Gehirn und Rückenmark, zufolge ihrer intimen Beziehungen zu den Spinalnerven, zu Folge der Assimilationsvorgänge, welche in dieser Körperregion beobachtet werden konnten, und zu Folge der sich gerade hier in der Reihe der Wirbelthiere vollziehenden Umwandlungen des spinalen Nervensystems immerhin ein weitergehendes Interesse darboten und eine speciellere Beschäftigung mit ihnen nicht als nutzlos erscheinen liessen. Endlich enthielten gerade GEGENBAUR's Ausführungen (1887) neben dem, was als gesicherter Besitz anzusehen sei, eine Anzahl von Fragen, an denen die künftige Arbeit einzusetzen habe. Diese dienten mir als Anregung, als Programm für die vorliegende Untersuchung.

Dieselbe behandelt in dem ersten Abschnitt die specielle Anatomie der spino-occipitalen Nerven und der von ihnen versorgten Gebiete bei den Selachiern und Holocephalen. Ein zweiter Abschnitt dient der Vergleichung mit den entsprechenden Bildungen bei den höheren Vertebraten: Ganoiden, Teleostier, Dipnoer, Amphibien, Sauropsiden und Mammalia; zum Theil mussten hier neue Grundlagen für den Vergleich geschaffen werden. Der dritte Abschnitt versucht die Anknüpfung an die tiefer stehenden Wirbelthiere (Petromyzonten, Myxinoiden und Acranier) und gelangt dabei zu Vergleichungen des kranialen und vertebralen Gebietes der Nerven- und Skeletelemente. Ein letzter Abschnitt endlich handelt über einige einschlägige Fragen, zu welchen die vorliegenden Untersuchungen Anleitung gaben.

I. Die spino-occipitalen Nerven der Selachier und Holocephalen und die von ihnen versorgten Gebiete.

Taf. I—VI.

1. Einleitendes, Litteratur, untersuchtes Material.

Die spino-occipitalen Nerven der Selachier und Holocephalen repräsentiren eine Anzahl von ventralen Nervenwurzeln, welche sich nach Ursprung, Verlauf und peripherer Verbreitung ganz wie die ventralen Wurzeln der Spinalnerven verhalten,

auch mit diesen innige Plexusbildungen eingehen, aber im Bereich des Gehirns, central von dem N. vagus, entstehen und durch die Wand der Occipitalregion des Schädels austreten. Auch eine dorsale Wurzel kann sich ihnen zugesellen, welche gleichfalls mit den dorsalen Wurzeln der Dorsalnerven übereinstimmt. Beiderlei Beziehungen, zum Spinalnervensystem und zum Schädel, werden durch die Bezeichnung „spino-occipital" zum Ausdruck gebracht.

Bei den Selachiern sind sie zum überwiegenden Theil in das Cranium aufgenommen, ohne dass es bis jetzt gelungen wäre, auf vergleichendem Wege ihre successive Einverleibung in dasselbe sicher nachzuweisen[1]. Bei den Holocephalen — wie bei der Mehrzahl der höher stehenden Vertebraten — folgen caudalwärts auf sie noch Nerven, deren Natur als ursprünglich freie und erst weiterhin dem Schädel assimilirte Nerven durch den Vergleich mit den Selachiern klar erkannt wird. Erstere gehören der Occipitalregion des Schädels schon seit langer Zeit an; ich gebe ihnen desshalb den speciellen Terminus „occipitale Nerven"[2] und bezeichne sie mit den Endbuchstaben des lateinischen Alphabetes Die Letzteren befinden sich hinsichtlich ihrer Aufnahme in das Cranium noch in statu nascenti, sie sind Uebergangsnerven zwischen den occipitalen und den freien spinalen Nerven; ich nenne sie deshalb „occipito-spinale Nerven" und bezeichne sie mit den Anfangsbuchstaben des lateinischen Alphabetes.

Occipitale und occipito-spinale Nerven sind somit wohlcharakterisirte Unterabtheilungen der spino-occipitalen Nerven, aber in keiner Weise principiell gesondert, sondern mit einander und mit den freien spinalen Nerven durch mannigfache Uebergänge und Verknüpfungen verbunden. Beide Begriffe sollen nur vorläufige, propädeutische sein, um eine erste Grenzbestimmung zu geben und ein erstes, immerhin nur relatives, Punctum fixum zu gewinnen; die weitere Untersuchung wird zeigen, dass eine bleibende Unterscheidung beider nicht festgehalten werden kann.

Mit dem N. vagus haben diese Nerven meiner Auffassung nach direkt nichts zu thun; über eventuelle, sehr lose und ferne Beziehungen zu demselben wird später zu handeln sein.

Die erste Kenntniss der occipitalen Nerven der Selachier verdanken wir Stannius (1849 p. 85): „Eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit bieten die Haie, wenigstens die Gattungen *Spinax* und *Carcharias*, dar. In die Bahn des N. vagus treten hier ein Paar vordere Wurzeln ein, welche, rücksichtlich ihrer Ursprungs-

1) Nur die Assimilation des letzten spino-occipitalen Nerven hat auf Grund der neueren Untersuchungen von Rosenberg (1884, 1886) bei gewissen Haien grosse Wahrscheinlichkeit gewonnen. Ueber die insbesondere von Hoffmann (1894) und Sewertzoff (1895) bei Selachiern und Ganoiden gemachten Angaben, wonach die einzelnen Sklerotome der Occipitalregion sich in Gestalt freier Wirbel anlegen und erst danach mit einander verwachsen, wird weiter unten zu reden sein.

2) Nicht zu verwechseln mit Sagemehl's „Occipitalnerven" bei *Amia* und den Teleostiern; diese sind nach meiner Nomenklatur „occipito-spinale Nerven".

verhältnisse, ganz ebenso sich verhalten, wie die vorderen Wurzeln der Spinalnerven. Die vorderste dieser Wurzeln entsteht mit einem einfachen, die zweite mit einem doppelten Wurzelstrange. Jede tritt durch einen eigenen abgesonderten Knorpelkanal auswärts, um in die die Schädelhöhle verlassende Nervenmasse überzugehen. Höchst wahrscheinlich sind diese Wurzeln dem eigentlichen N. vagus fremd und ihm nur temporär juxtaponirt." Auch in der Zootomie der Fische (1854 p. 148) werden dieselben erwähnt: „Bei einigen Haien treten an diese Wurzel durch einen eigenen Knorpelkanal ein Paar, vorderen Spinalnervenwurzeln analoge, Fibrillen-Komplexe heran, welche, später sich ablösend, in Schultermuskeln sich vertheilen." Philippeaux et Vulpian (1853 p. 344, 1854 p. 343) thun derselben kurz bei Haien und Rochen Erwähnung; da sie mit dem Vagus verbunden seien, bestehe die Möglichkeit eines Vergleiches mit dem N. accessorius Willisii. Bonsdorff (1854) erwähnt ihrer bei der Beschreibung der Kopfnerven von *Raja* nicht. Miklucho-Maclay (1870 Taf. II, Fig. 9) bildet sie ohne weitere Erklärung bei *Hexanchus* ab.

Gegenbaur (1871, p. 521 f.) handelt ausführlich über sie. Auf Grund der von Stannius gemachten Angabe ihrer Verbindung ausserhalb des Schädels mit dem Vagus-Stamme tritt er für nähere Beziehungen zu dem Vagus ein und deutet sie als ventrale motorische Wurzeln desselben, hebt zugleich die Homodynamie mit den motorischen Wurzeln der Spinalnerven hervor und kommt zu dem Schlusse, dass der Vagus bezüglich seiner motorischen Wurzeln einer Summe von Spinalnerven entspricht (p. 522). Durch weitere Vergleichungen erschliesst er, dass sie dem Hypoglossus der höheren Wirbelthiere homolog seien (p. 532). Weitere genaue Mittheilungen enthält das Kopfskelet der Selachier (1872, p. 33, 34); hier werden die von den occipitalen Nerven durchsetzten Kanälchen in der Occipitalregion des Schädels bei zahlreichen Haien beschrieben; bei den Rochen wurden sie vermisst. Die eingehende Darstellung der Nerven selbst findet sich p. 268 f. und giebt weitere Ausführungen zu den Mittheilungen von 1871. In gleicher Weise wird derselben in den beiden Auflagen des Grundrisses der vergleichenden Anatomie (1874, p. 542 und 1878, p. 544) als „untere Vaguswurzeln" Erwähnung gethan. — Später (1887, p. 62—68) kommt Gegenbaur nochmals auf die unteren Vaguswurzeln zurück; die inzwischen angestellten genaueren Untersuchungen von Jackson and Clarke, sowie von Onodi über ihre dem Vagus gegenüber selbstständige, aber mit den Spinalnerven in Verband stehende periphere Verbreitung, sowie der Nachweis dem Vagus eigenthümlicher motorischer Bahnen gaben ihm Anleitung dazu. Auf Grund dieser Untersuchungen und weiterer daran angeknüpfter Erwägungen gelangt er zu dem Schlusse, „dass sie ursprünglich hinter dem Vagus folgten und damit nicht als dem Vagus selbst zugehörig gelten können". „Die Vertheilung dieser Nerven oder von Portionen derselben findet auch nicht an die eigentliche (aus den Seitenplatten entstandene) Kiemenmuskulatur statt, sondern an solche, die durch ihre Anordnung als hinter den Kiemen befindliche Muskulatur sich beurkundet. Wenn man sich das Gebiet des Kopfes mit der letzten Kieme vom Rumpfe abgrenzt, so wird jene von hinten her nach vorn sich verbreitende Muskulatur sammt ihren Nerven nicht dem Kopfe angehören,

sondern dem Rumpfe entstammt sein. Auf alle diese Thatsachen kann sich also nur die Vorstellung gründen, dass jene „unteren Vaguswurzeln“ erst sekundär in den Bereich des Kopfes gelangt sind“ (p. 65). „Daraus erwächst die Frage nach ihrer metameren Bedeutung für den Kopf und zugleich auch für das Cranium. Ein vorschnelles Urtheil möchte folgern: wenn jene Nerven metamere Gebilde sind und dem Kopfe sich anschliessen, so erhält letzterer um so viel Zuwachs, als die Zahl jener Metameren beträgt, und auch dem Cranium müssen diese Metameren zufallen, da die Nerven durch das Cranium austreten. Es folgen also hinter den durch den Vagus repräsentirten Metameren noch ebenso viele, als „untere Vaguswurzeln“ vorkommen. Diese Folgerung halte ich in dieser Fassung nicht für richtig. Sie setzt die Metamerie als etwas Starres, Unveränderliches voraus, während wir gerade für die in Rede stehende Region das Gegentheil erfahren. Die Nerven haben sich wohl dem Kopfe angeschlossen, aber ihr Endterritorium ist nicht ein jenem der Kopfmetameren gleichwerthiges oder ein diesem nur ähnliches. Eine Metamerie ist nicht mehr vorhanden, sie ist aufgelöst. Will man jenes Gebiet dem Kopfe zurechnen, so hat man doch die nicht geringe Verschiedenheit zu übersehen, welche bei der Vergleichung mit der primitiven Kopfmetamerie obwaltet. Aus diesen Erwägungen wird man jenen Zuwachs als eine Einschmelzung von solchen beurtheilen, als einen Vorgang, der wohl Metameren auflöst und das Material derselben dem ursprünglichen Metamerenkomplex zuführt, ohne dass dieses Material neue Metameren vorstellte. Dieser Process ist also sehr komplicirt, er wird aber kaum anders aufgefasst werden können, als er eben dargestellt wurde, und verlangt in seiner Eigenthümlichkeit eine scharfe Trennung von dem primären Aufbau des Kopfes“ (p. 66). Des Weiteren wird die eventuelle Homologie der „unteren Vaguswurzeln“ mit dem Hypoglossus der höheren Vertebraten besprochen. Sie versorgen zusammen mit den ihnen verbundenen Spinalnerven ein grösseres Endgebiet als dieser. Es kann somit „nur gesagt werden, dass der Hypoglossus erst aus jenen Nerven sich sondert“ (p. 67). Aber auch das Verhalten der Amphibien und Teleostier, wo der die Hypoglossus-Bahnen enthaltende Nerv ein ächter Spinalnerv ist, mahnt zur Vorsicht, diese so überaus komplicirten Verhältnisse nicht schablonenhaft aufzufassen. Dazu kommt das Verhalten der Amnioten, bei denen von Mayer und Froriep auch dorsale, mit einem Ganglion versehene Hypoglossus-Wurzeln beobachtet wurden. „Desshalb könnte man dazu kommen, den Hypoglossus der Amnioten gar nicht jenen unteren Vaguswurzeln der Selachier für homolog zu halten, sondern etwas Neues darin zu sehen. Das bedürfte freilich erst wieder der besonderen Begründung, die jetzt noch nicht gegeben werden kann. Ich führe diese Dinge an, um ihre grossen Schwierigkeiten darzustellen und die Unmöglichkeit, gegenwärtig zu einer sicheren Vorstellung über die Vorgänge in der Occipitalregion des Kopfes der Wirbelthiere zu gelangen“ (p. 68). Des Weiteren sei auch auf die Kritik der Arbeiten verwiesen, welche die vertebrale Vergrösserung der Occipitalregion des Craniums behaupteten (p. 71—77).

Gegenbaur fasst in allen diesen Ausführungen zusammen, was von den bis-

herigen Funden als gesicherter Besitz in unsern Wissensschatz aufzunehmen und geistig zu verwerthen ist. Zugleich aber enthalten sie die Aufforderung zu weiterer Arbeit, die somit von verschiedenen Punkten einsetzen muss, um unsere Kenntniss und Erkenntniss dieses Gebietes zu erweitern und zu vertiefen.

Die ferneren Untersuchungen über die spino-occipitalen Nerven der Selachier treten gegenüber denjenigen Gegenbaur's zurück. Doch repräsentiren sie zusammen immerhin eine ansehnliche Summe von Arbeit.

Ueber ihr allgemeines Verhalten, ihre Existenz, Lage und ihren Verlauf handeln Jackson and Clarke (1876: *Echinorhinus*), Viault (1876, vorwiegend rekapitulirend), Balfour (1877: *Scyllium*), Rohon (1877, 1878: mehrere Selachier, mit gutem Texte und guten Abbildungen), Rosenberg (1884, 1886: *Mustelus*, *Carcharias*), Garman (1885: *Chlamydoselachus*), Onodi (1886, 1887; sie wurden von ihm nur bei *Hexanchus*, *Heptanchus* und *Lamna* gefunden, aber bei den anderen untersuchten Haien vermisst), T. J. Parker (1877: *Carcharodon*), von Wijhe (1889: *Scyllium*), Rabl (1889, ihr Vorkommen bei allen untersuchten Squaliden), Shore (1889: *Raja* u. A.), Ewart (1889, 1890: *Laemargus*, *Raja*, *Torpedo*), Mollier (1894, erste Spinalnerven), M. Fürbringer (1895: zahlreiche Selachier und Holocephalen).

Der centrale Ursprung wurde untersucht, z. Th. mit negativem Erfolge, von Reichenheim (1873, 1877), Viault (1876), Rohon (1877, 1878; genaueste Arbeit), Fritsch (1878) und Sanders (1886), der peripherische Verlauf und der Verband mit den folgenden Spinalnerven von Jackson and Clarke (1876: *Echinorhinus*; sehr genaue Darstellung), Garman (1885: *Chlamydoselachus*), Onodi (1886, 1887; ziemlich gute, wenngleich verschiedene Mängel enthaltende Untersuchung an zahlreichen Haien), Shore (1889), Ewart (1887: *Laemargus*, *Raja*), Braus (1892: *Acanthias*, *Scymnus*, *Odontaspis*), Fürbringer (1875: Selachier und Holocephalen).

Ueber die Assimilation spinaler Elemente in das Cranium handeln Rosenberg (1884, 1886) und Gegenbaur (1887. B.).

Sehr verdienstliche ontogenetische Arbeiten verdanken wir Balfour (1877: *Scyllium*), von Wijhe (1882: *Scyllium*, *Pristiurus*; die embryologische Hauptarbeit, jedoch in den Angaben über die peripherische Verbreitung der Nerven wesentliche Irrthümer enthaltend), Dohrn (1884—1885, 1890 A und B; ontogenetische, der Untersuchung verschiedener Selachier entnommene Angaben), Froriep (1885, 1891), Beard (1886), Ostroumoff (1889; namentlich *Pristiurus*) und Hoffmann (1894: *Acanthias*).

Vorwiegend auf Grund dieser Untersuchungen wird die Deutung der spino-occipitalen Nerven, insbesondere ihre Stellung zu dem Vagus-System oder zu dem Spinalnerven-System von zahlreichen Autoren behandelt, Jackson and Clarke (1876), von Wijhe (1882), Wiedersheim (1883—1893, in den verschiedenen Auflagen seiner vergleichenden Anatomie), His (1887), Rabl (1889), Ostroumoff (1889), Hatschek (1892) vertreten intimere Beziehungen zu dem Vagus; Balfour (1877), Dohrn (1885, 1890), Froriep (1885, 1891), Beard (1886), Ewart (1889) und M. Fürbringer (1895) dagegen betonen gleich Stannius (1849, 1853) und Gegenbaur (1887)

ihre nahe Stellung zu den spinalen Nerven und entfernen sie von dem Vagus; Hoffmann (1894) nimmt eine vermittelnde Stellung ein. Philippeaux et Vulpien (1853, 1834) und Jackson and Clarke (1876) erwähnen die Homologie mit dem N. accessorius Willisii, welchem Vergleiche ich selbstverständlich nicht zustimme; der N. accessorius gehört zum Vagus.

Die von den spino-occipitalen und den nächsten spinalen Nerven versorgte Muskulatur wird kurz berührt oder (bald mit bald ohne Berücksichtigung ihrer Innervation) genauer beschrieben von Cuvier-Duméril (1838, 1840: Rochen und Holocephalen), Stannius (1849, 1853), Bonsdorff 1853), Humphry (1872: *Mustelus*), Vetter (1874, 1878: *Heptanchus*, *Acanthias*, *Scymnus*, *Chimaera*; Hauptarbeit über das System), Albrecht (1876: *Acanthias*, *Raja*), Schneider (1879, 1890), van Wijhe (1882), Dohrn (1884, 1885, 1890 B), Sagemehl (1885: *Galeus*, *Mustelus*, Rochen), Onodi (1886, 1887), Tiesing (1875: *Mustelus*, Rochen), Fürbringer (1895, neue Eintheilung der Muskeln des Visceralskeletes, Determination der Mm. subspinalis, interbasales und und coraco-arcuales). Insbesondere handeln, unter Zugrundelegung der Innervation über den M. subspinalis Vetter (1874, 1878), Dohrn (1884, 1885, 1890 B) und Fürbringer (1895), über die Mm. interbasales Fürbringer (1895), über die Mm. coraco-arcuales Vetter (1874, 1878), Schneider (1879, 1890), van Wijhe 1882), Dohrn (1884), Sagemehl (1885, 1885 resp. 1891), Onodi (1886, 1887) und Fürbringer (1895); der Gegenbaur'sche Vorschlag, diese Muskeln nach ihrer dorsalen oder ventralen Lage am Visceralskelet als epibranchiale und hypobranchiale Muskeln zu unterscheiden, wurde in meiner Abhandlung von 1895 erwähnt und von mir aufgenommen.

Das untersuchte Material bestand aus folgenden Thieren:

I. Selachii.

A. Squaloidei.

1. *Notidanidae: Hexanchus griseus* Cuv. (3 Exemplare), *Heptanchus cinereus*, Cuv. (4 Ex.).
2. *Spinacidae. Spinacinae: Centrophorus calceus*, Lowe, *C. granulosus*, Bl. Schn. (2 Ex.), *Spinax niger*, Bonap. (2 Ex.), *Acanthias vulgaris*, Risso (3 Ex.), *Scymninae: Scymnus lichia*, Cuv., *Laemargus borealis*, Müll. Henle (2 Ex.)
3. *Cestraciontidae: Cestracion philippi*, Bl. Schn. (3 Ex.).
4. *Scylliidae: Scyllium canicula*, L. (4 Ex.).
5. *Lamnidae: Odontaspis americanus*, Mitch.

6. *Carchariidae. Mustelinae: Mustelus vulgaris* Müll. Henle (4 Ex.). *Zygaeninae: Zygaena malleus* Shaw. *Carchariinae: Galeus canis*, Rondel. (2 Ex.), *Prionodon glaucus* Rond. (2 Ex.), *B. melanopterus* Quoy u. Gaim.
7. *Rhinidae: Rhina squatina* Duméril (2 Ex.).

B. Batoidei.

8. *Pristidae: Pristis cupidatus* Latham.
9. *Rhinobatidae: Rhynchobatus djeddensis* Rapp. (= *laevis* Bl. Schn.), *Rhinobatus columnae* Müll. Henle (= *annulatus* Müll. Henle).
10. *Torpedinidae: Torpedo narce* Risso (4 Ex.)
11. *Rajidae: Raja clavata* L. (5 Ex.).
12. *Trygonidae: Trygon brucco* Bonap.

II. Holocephali.

Chimaeridae: Chimaera monstrosa L. (3 Ex.), *Callorhynchus antarcticus* Lacep.

2. Zahl und Stärke der occipitalen resp. spino-occipitalen Nerven.

Taf. I—IV.

Die Zahl der occipitalen Nerven variirt bei den untersuchten Selachiern und Holocephalen zwischen 5 und 0. Hierbei gilt, wie schon von Gegenbaur (1872), Jackson and Clarke (1876), Rabl (1887) u. A. hervorgehoben worden, als nahezu durchgehende Regel, dass die vorderen (rostralen) schwächer als die hinteren (caudalen sind, so dass also eine successive Abnahme der Stärke von hinten nach vorn beobachtet wird. Ausnahmsweise können zwei auf einander folgende Nerven gleich stark sein; nur einmal (bei einem älteren Exemplar von *Hexanchus*, *D*, rechts) wurde ein vorderer (*y*) stärker als ein hinterer (*z*) gefunden[1]. Der erste occipitale Nerv ist hierbei nicht selten von einer Feinheit, die ihn nur mit sehr starken Lupen (von 15—20facher Vergrösserung) resp. mit dem Mikroskop sichtbar macht.

Durch die Vergleichung der verschiedenen Gattungen und Species, sowie durch die Beobachtung der individuellen und antimeren, namentlich aber der Alters-Variirungen stellt sich zugleich heraus, dass die mehr hinteren Nerven die konstanteren, die mehr vorderen die variableren sind. Es empfahl sich daher bei der Bezeichnung dieser Nerven für den letzten die Grenze festzusetzen resp. von ihm Ausgang zu nehmen;

1) Auch Miklucho-Maclay (1870 Taf. II. 9) bildet bei *Heptanchus* den vorletzten Occipitalnerven stärker als den letzten ab.

derselbe wurde demnach mit *z*, der vor ihm liegende mit *y*, und die noch weiter vorn befindlichen mit *x*, *w*, *v* bezeichnet. Danach sind bei Anwesenheit von 5 occipitalen Nerven diese mit *v*, *w*, *x*, *y*, *z*, 4 mit *w*, *x*, *y*, *z*, 3 mit *x*, *y*, *z*, 2 mit *y*, *z* und 1 mit *z* zu determiniren[1]).

Die folgende Zusammenstellung zeigt die Zahl bei den einzelnen von mir untersuchten Gattungen:

v, *w*, *x*, *y*, *z*: *Hexanchus* (*A*, Taf. I Figg. 1—3; *B*, *r*)[2]), *Heptanchus* (*A*, Taf. I Fig. 5; *B*, *r*).

w, *x*, *y*, *z*: *Hexanchus* (*B*, *l*; *C*, Taf. I Fig. 4), *Heptanchus* (*B*, *l*; *C*, Taf. I Fig. 6; *D*), *Centrophorus calceus* (Taf. I Fig. 7).

x, *y*, *z*: *Centrophorus granulosus* (*A*; *B*, *l*), *Spinax* (*A*, *Scyllium* (*A*, Taf. I Fig. 8; *B*, Taf. I Fig. 9; *C*), *Cestracion* (*A*, Taf. I Fig. 10); *Prionodon glaucus* (*A*; *B*, Taf. I Fig. 11), *Prionodon melanopterus*, *Mustelus* (*C*, *r*; *D*, *l*)[3]), *Galeus* (*A*), *Rhina* (*A*).

y, *z*: *Spinax* (*B*, Taf. I Fig. 12), *Centrophorus granulosus* (*B*, *r*), *Acanthias* (*A*; *B*; *C*, Taf. I Fig. 13), *Scymnus*, *Laemargus* (*A*; *B*), *Scyllium* (*D*, *r*), *Cestracion* (*B*), *Odontaspis*, *Mustelus* (*A*; *B*; *C*, *l*; *D*, *r*), *Galeus* (*B*), *Zygaena*, *Rhina* (*B*); *Chimaera* (*A*, Taf. I Fig. 15, Taf. IV Fig. 4; *B*)[4]), *Callorhynchus* (Taf. IV Fig. 6).

z: *Cestracion* (*C*, *r*?)[5]); *Torpedo* (*A*, Taf. IV Fig. 8; ganz junges Thier), *Rhinobatus* (Taf. IV Fig. 7), *Rhynchobatus* (Taf. I Fig. 14), *Pristis*, *Trygon* (*r*).

o: *Torpedo* (*B*; *C*; *D*), *Raja* (*A*; *B*; *C*; *D*; *E*).

Ich füge zugleich eine Zusammenstellung der Befunde früherer Untersucher bei, wobei ich mich aber lediglich auf die Wiedergabe der Zahl der occipitalen Nerven beschränke, dagegen auf eine Deutung, um welche Nerven es sich in den einzelnen Fällen handelt, verzichte. Es werden von den Autoren angeführt:

5: *Hexanchus* (GEGENBAUR 1872 p. 33; 5 Kanäle, von denen nach GEGENBAUR

---

1) Spätere Untersuchungen dürften möglicherweise bei diesem oder jenem Hai (speciell bei *Carcharias* und *Mustelus* auf Grund der Ausgang gebenden ROSENBERG'schen Beobachtungen) eine Aenderung dieser Bezeichnungen ergeben, indem hier *z* sich als erster occipito-spinaler Nerv, also als *a*, dagegen *y* als wirklicher letzter Occipitalnerv, also als *z* herausstellen mag. Weiteres darüber unten.

2) Mit *A*—*E* bezeichne ich die verschiedenen Alters- resp. Grössestadien der untersuchten Thiere, wobei *A* das jüngste resp. kleinste, *E* das älteste resp. grösste repräsentirt; wurde nur ein Exemplar untersucht, so unterblieb die Hinzufügung. Die Buchstaben *r* und *l* bedeuten rechte und linke Seite; fehlen diese Bezeichnungen, so sind beide Seiten gemeint.

3) Bei *Mustelus D. l* repräsentirte *x* sicher einen Nerven; bei *C. r*, einem sehr schlecht erhaltenen Exemplare, zeigte die mikroskopische Untersuchung nicht sicher die Merkmale eines solchen. Der erst erwähnte Fall ist mit Rücksicht auf die von ROSENBERG bei *Mustelus* gemachten Beobachtungen von Interesse.

4) Bei *Chimaera* und *Callorhynchus* treten 5 resp. 4 Nerven durch die Occipitalregion des Schädels. Weiter unten werde ich darüber sprechen, dass nur die beiden ersten von ihnen ächte occipitale Nerven (*y*, *z*) darstellen.

5) Bei einem älteren Präparate der hiesigen Sammlung. Dieser Befund bei *Cestracion* erscheint mir höchst zweifelhaft; wahrscheinlich war *y* bereits herauspräparirt, der feine Kanal dafür aber nicht zu finden.

wenigstens 3—4 als Austrittsstellen der unteren Vaguswurzeln gelten müssen), *Notidanidae* (Wiedersheim 1886 p. 344).

4: *Chlamydoselachus* (Garman 1885, Taf. XVI), *Echinorhinus* (Jackson and Clarke 1876 p. 97, 98).

3—4: *Hexanchus* (Gegenbaur 1872 p. 521. 522, 1872 p. 33).

3: *Hexanchus* (Miklucho-Maclay 1870, Taf. II, Fig. 9; Rohon 1878 p. 64; Onodi 1886 p. 326), *Heptanchus* (Gegenbaur 1872 p. 34; Rabl 1889 p. 230), *Scyllium* (van Wijhe 1889 p. 565; ausnahmsweise), *Prionodon* resp. *Carcharias* (Rosenberg 1886 p. 32. 33, beide Seiten eines älteren und linke Seite eines jüngeren Exemplars).

2: *Centrophorus* (Gegenbaur 1872 p. 34), *Spinax* (Stannius 1849 p. 83), *Acanthias* (Gegenbaur 1872 p. 34; Rabl 1889 p. 230), *Scymnus* (Gegenbaur 1872 p. 34), *Laemargus* (Ewart 1889 p. 534), *Scyllium* (Rohon 1877 p. 64; Rabl 1889 p. 230; van Wijhe 1889 p. 565), *Cestracion* (Gegenbaur 1872 p. 34), *Prionodon* resp. *Carcharias* (Stannius 1849 p. 83; Gegenbaur 1872 p. 34, 1887 p. 8; Rosenberg 1886 p. 33. 34, rechte Seite eines jüngeren Exemplares und beide Seiten eines Embryos), *Rhina* (Viault 1876 p. 462); *Torpedo* (Viault 1876 p. 462), *Raja* (Shore 1889 p. 440), *Myliobatis* (Rohon 1877 p. 64).

1—2: *Raja batis* (Ewart 1887 p. 537, »sometimes one or two ventral roots«).

1: *Scyllium* (Balfour 1877 p. 462), *Lamna* (Onodi 1886 p. 326), *Carcharodon* (Parker 1887, Pl. VII. 22), *Galeus* (Gegenbaur 1872 p. 34)[1]).

0: *Acanthias* (Onodi 1886 p. 326), *Scyllium* (Sanders 1886 p. 740; Onodi 1886 p. 326), *Carcharias* (Onodi 1886 p. 326), *Rhina* (Sanders 1886 p. 740); *Raja clavata* (Bonsdorff 1854, wenigstens nicht erwähnt), Rochen (Gegenbaur 1872 p. 34; Fürbringer 1895 p. 129, nicht mit Sicherheit)[2]).

Die Angaben in dieser zweiten Tabelle weichen zum Theil erheblich von den meinigen ab. Insbesondere werden einerseits bei vielen Haien 1, 2 und selbst 3 occipitale Nerven weniger angegeben, als ich fand, und andererseits werden verschiedene Rochen mit 2 occipitalen Nerven aufgeführt. Ich möchte diese Differenzen in den weitaus meisten Fällen auf Beobachtungsfehler oder auf ein mangelhaftes von den Autoren benutztes Material zurückführen. Sanders' und Onodi's Angaben, die bei verschiedenen Haien jeden occipitalen Nerven vermissten, sind sicher falsch, letztere[3]) wurden auch bereits von Rabl (1889 p. 223) im Allgemeinen richtig gestellt. Aber auch den Behauptungen bezüglich der Existenz nur eines occipitalen Nerven bei Haien möchte ich (gerade so wie meinem eigenen Befunde bei *Cestracion*) mit grossem Misstrauen begegnen; bei *Carcharodon* zeigt übrigens auf Parker's eigener

---

1) Auch bei *Scyllium*, *Mustelus* und *Rhina* bildet Gegenbaur eine Oeffnung für die ventralen Vaguswurzeln ab.

2) Diese Angabe von 1895 konnte ich inzwischen, wie die von mir mitgetheilte Tabelle zeigt, an einem reicheren Materiale erweitern.

3) Onodi, dem dieser Mangel selbst aufgefallen sein wird, scheint in der bei *Acanthias* und *Scyllium* beobachteten peripherischen Anastomose der Spinalnerven mit dem N. vagus eine gewisse Kompensation dafür zu finden. Auch darin bin ich anderer Ansicht.

Abbildung (Taf. VII Fig. 22) die Lage des einen occipitalen Nerven zum Vagus, dass es sich hier um *y* (wenn nicht *x*) handelt, dass somit der letzte occipitale Nerv abgerissen ist. Ebenso nehme ich an, dass diejenigen Autoren, welche bei den Notidaniden nur 3 occipitale Nerven erwähnen, an ihren Präparaten *v* und *w* nicht zu sehen bekamen, ein bei der Feinheit und leichten Verweslichkeit dieser Nerven sehr erklärlicher Umstand; die drei Nerven, die Miklucho-Maclay abbildet, scheinen *w*, *x*, *y* zu entsprechen, *z* fehlte an seinem Präparate. — Andererseits beurtheile ich aber auch die Angaben von der Existenz zweier Occipitalnerven bei Rochen mit Vorsicht und Bedenken. Viault und Shore haben ihre bezüglichen Angaben nicht durch Abbildungen belegt, Rohon's Abbildung von *Myliobatis* (Taf. II Fig. 10) zeigt deutlich, dass der hintere von diesen Nerven, wenn nicht beide, freie, durch die Wirbelsäule austretende Nerven sind; es handelt sich also hier um *z*, 1 oder um 1, 2.

Auf Rosenberg's interessante Befunde an *Carcharias* und *Mustelus* komme ich weiter unten zurück.

In den angeführten Tabellen, von denen ich die erste ganz, die zweite auf Grund der eben gegebenen Korrekturen mit Auswahl benutze, heben sich die Notidaniden (*Hexanchus*, *Heptanchus* und *Chlamydoselachus*) durch die grössere Zahl ihrer occipitalen Nerven (5 und 4) von den übrigen pentanchen Haien und den Holocephalen ab, welche nur in zwei Fällen (*Centrophorus calceus* und *Echinorhinus*) 4, nicht selten 3, am häufigsten 2 besitzen; die Rochen kennzeichnet als Regel 1 occipitaler Nerv oder der gänzliche Mangel eines solchen[1]. Auf Grund der spezielleren Untersuchung und Vergleichung, erscheint es mir nicht zweifelhaft, dass die successive Verminderung der Stärke und Zahl der occipitalen Nerven auf einer von vorn beginnenden Rückbildung derselben beruht[2]. Danach dokumentiren sich auch hier die Notidaniden als die primitivsten Formen der Selachier, die Rochen dagegen als diejenigen, bei denen die sekundäre Reduktion am weitesten fortgeschritten ist.

Zu diesen vergleichend-anatomischen Ergebnissen bilden die ontogenetischen Untersuchungen der letzten 14 Jahre, insbesondere diejenigen von van Wijhe (1882 p. 36), Beard (1886 p. 143), Rabl (1889 p. 230), Ostroumoff (1889 p. 364) und Hoffmann (1894 p. 650) eine willkommene Parallele. Van Wijhe fand bei Embryonen von *Scyllium* und *Pristiurus* 5 distale (hinter dem Ohre gelegene) Urwirbelanlagen oder Somiten (5—9), von denen die erste (5) frühzeitig abortirt, ohne Muskelgewebe zu bilden, die zweite (6) sehr rudimentäre Muskeln erzeugt, die drei letzten aber (7. 8. 9) es zu bleibenden — „vom Schädel zum Schultergürtel ziehenden“ und den vorderen Theil des M. coraco-hyoideus repräsentirenden — Muskeln bringen. Diesen

---

1) Bei einem sehr grossen Exemplare von *Raja clavata* vermisste ich selbst den ersten Spinalnerven, ein an die Verhältnisse bei den opisthoglossen Anuren erinnernder Befund.

2) Auf die eventuellen Fälle von sekundärer Vermehrung dieser Zahlen durch Hinzufügung eines auf *z* folgenden occipito-spinalen Nerven *a* werde ich später eingehen.

drei letzten entsprechen die Anlagen von 3 ventralen Nervenwurzeln (nach meiner Nomenklatur *x*, *y*, *z*), während für die zwei ersten keine Nervenwurzeln sich anlegen. Das Gleiche giebt RABL für die von ihm untersuchten Selachierembryonen (*Pristiurus*, *Torpedo*) an und ebenso beschreiben BEARD und OSTROUMOFF bei ihren Embryonen (*Pristiurus*, *Scyllium*) 3 ventrale Wurzeln. HOFFMANN, der *Acanthias*-Embryonen untersuchte, findet 6 distale, aus gesonderten Myotomen und Sklerotomen bestehende Urwirbelanlagen (5—10)[1]), von denen sich die 5 ersten (5—9) in der Hauptsache wie die von VAN WIJHE bei *Scyllium* gefundenen verhalten, die letzte (10) aber neu zu denselben hinzutritt und nach HOFFMANN eine neue Angliederung an den *Acanthias*-Schädel darstellt. Damit wird also im Vergleich zu *Scyllium* eine sekundäre Assimilation des ersten Wirbels in das Cranium von *Acanthias* behauptet, ein Vorgang, der zu den weiter unten mitzutheilenden Befunden ROSENBERG's bei *Mustelus* und *Carcharias* in Parallele steht, aber gerade hier, angesichts der offenbar tieferen systematischen Stellung von *Acanthias* gegenüber *Scyllium* für mich einige Schwierigkeiten enthält. Entsprechend der vermehrten Zahl der Urwirbelanlagen finden sich auch 4 ventrale Wurzelanlagen, die somit in Vergleich mit *Scyllium* als *x*, *y*, *z*, *a*, d. h. als 3 occipitale Nerven und 1 occipito-spinaler Nerv zu deuten wären; *x* und *y* bilden sich noch im embryonalen Leben zurück.

Aus diesen ontogenetischen Angaben, die ich hinsichtlich der Dreizahl der Nervenwurzeln bei mittelalten Embryonen von *Acanthias* und *Mustelus* bestätigen kann, resultirt somit, dass bei den pentanchen Haien, bei welchen im ausgebildeten Zustande nur 2 occipitale Nerven (*y*, *z*) sich finden, in früheren ontogenetischen Stadien noch ein dritter (*x*), vielleicht selbst ein vierter (*x* bei *Acanthias*) nachweisbar ist. Es folgt daraus aber zugleich, dass die vergleichende Anatomie, welche bei den Notidaniden die gesicherte Existenz von 4—5 occipitalen Nerven im ausgewachsenen oder nahezu ausgewachsenen Zustande darthut, in diesem Stücke mehr leistet als die ontogenetische Untersuchung.

Des Ferneren zeigen die obigen Tabellen die relative Häufigkeit der individuellen und antimeren Variirungen, — alles Zeichen retrograder Bildungsgänge. Bei *Hexanchus* und *Heptanchus* finden sich Schwankungen von 5 und 4, bei *Centrophorus*, *Spinax*, *Cestracion*[2]), *Scyllium*, *Mustelus*, *Galeus*, *Prionodon* und *Rhina* solche von 3 und 2, bei *Torpedo* von 1 und 0; und ferner ergab sich Ungleichheit der Zahl auf beiden Seiten (antimere Variabilität) an demselben Individuum von *Hexanchus* (*B* mit 5 Nerven *r*, 4 *l*), *Heptanchus* (*B* mit 5 *r*, 4 *l*), *Mustelus* (*C* mit *Br*, 2 *l*), *Carcharias* (mit 3 *l*, 2 *r*; nach ROSENBERG); selbstverständlich würde die Zahl der Variirungen bei weiterer Ausdehnung der Untersuchungen entsprechend zunehmen.

1) Zu den gleichen Urwirbelzahlen kommen bei *Torpedo* DOHRN (1890 *B*) und KILLIAN (1891 p. 85). KILLIAN unterscheidet hierbei 2 Somiten der Glossopharyngeus- und 4 der Vagus-Zone; seine Somiten decken sich somit nicht mit denen HOFFMANN's, der bei *Acanthias* nur das erste zum Glossopharyngeus rechnet. Der zu den genannten Somiten gehörenden Occipitalnerven wird von DOHRN und KILLIAN keine Erwähnung gethan.

2) Bei *Cestracion* eventuell auch Variirung von 3, 2 und 1; doch habe ich bereits erwähnt, dass das von mir oben angegebene Vorkommen von nur 1 Occipitalnerven bei diesem Hai wahrscheinlich auf einem präparatorischen Defekte beruht.

Die von *Hexanchus* untersuchten drei Exemplare hatten eine Länge des Craniums von 13.5 cm (*A*), 18.2 cm (*B*) und 20.5 cm (*C*), womit für das kleinste Exemplar *A* die Nervenzahl 5, für die mittelgrosse *B* die antimere Variirung 5 und 4 und für das grösste *C* die Zahl 4 coincidirte. Desgleichen zeigten die untersuchten Exemplare von *Heptanchus* mit kranialen Längen von 9.8 cm (*A*), 10.1 cm (*C*), 11.3 cm (*C*) und 11.9 (*D*) die Nervenzahlen 5 (*A*, *B*) und 4 (*C*, *D*), wobei der Occipitalnerv *w* von *D* äusserst fein und dünner als der von *C* war. Auch Exemplar *A* von *Spinax* mit 3 Nerven war kleiner und offenbar jünger als *B* mit 2 Nerven, und das Gleiche gilt für *Galeus*, wo *A* (mit 3 Nerven) eine kraniale Länge von 9.8 cm, *B* (mit 2 Nerven) eine solche von 15.5 cm hatte. Und endlich zeigte *Torpedo A* (mit einer Gesammtlänge des ganzen Thieres von 25 cm) *z* als ein äusserst feines, aus einigen Nervenfasern bestehendes Fädchen noch erhalten, während *B*, *C* und *D* (mit Gesammtlängen von 35, 36, 36 cm) nichts mehr davon aufwiesen. Diese Beispiele dürften somit die Abnahme der Zahl der occipitalen Nerven mit dem zunehmenden Alter zur Genüge illustriren. Die anderen individuell variirenden Haie (*Centrophorus*, *Cestracion*, *Scyllium*, *Mustelus*, *Rhina*) lieferten weder eine Bestätigung noch einen Einwand: sie dürften auch hier nicht zum Beweise heranzuziehen sein, da die Grösse der verschiedenen Individuen derselben Species eine nur in geringem Grade abweichende war[1]). A priori dürfte überhaupt nicht zu erwarten sein, dass bei den nicht unerheblichen Schwankungen, welche gleichalterige Individuen in ihren Körperdimensionen zeigen können, in allen Fällen eine genaue Coincidenz von Grösse und Zahl der occipitalen Nerven innerhalb der Species zum Ausdruck kommt. Aus dem gleichen Grunde räth auch GEGENBAUR (1887 p. 8) bei der Beurtheilung von ROSENBERG's Befunden an *Carcharias* (1886) zur Vorsicht.

In der bisherigen Darstellung ist mit dem letzten Nerven *z* als mit dem am meisten konstanten Faktor gerechnet worden, nach welchem das Verhalten der vorderen mehr variabeln Nerven bestimmt werden konnte. Das lässt sich in der Mehrzahl der Fälle durchführen. Wenn auch *z* hinsichtlich seines Ursprunges und Abganges sich von der ventralen Wurzel des ersten Spinalnerven nicht wesentlich unterscheidet, so bestimmt doch sein Durchtritt durch das Cranium, als letzten Nerv desselben, seine Stellung und Abgrenzung gegen den ersten N. spinalis, welcher hinter dem Cranium nach aussen tritt. Aber diese Abgrenzung kann unter Umständen grossen Schwierigkeiten begegnen, namentlich in den Vorkommnissen, wo einmal die Grenze zwischen Schädel und Wirbelsäule keine deutliche ist, wo ferner dem letzten durch den Schädel tretenden Nerven noch eine dorsale sensible — ein sonst den occipitalen Nerven abgehender Bestandtheil — zugerechnet werden muss und wo endlich Variirungen in der hinteren Abgrenzung des Craniums resp. Assimilirungen von Wirbeln zur Beobachtung kommen. Es betrifft das namentlich die Noti-

---

1) Ueber *Prionodon* werde ich weiter unten im Zusammenhange mit ROSENBERG's Mittheilungen handeln (p. 365, 366).

daniden, gewisse höhere Haie (insbesondere *Carcharias* und *Mustelus*) und die Holocephalen.

Ueber die Verbindung des Occipitaltheils des Schädels mit der Wirbelsäule hat Gegenbaur (1872 p. 30. 31) in klassischer Weise gehandelt. *Heptanchus* und *Hexanchus* werden zuerst als diejenigen Haie angeführt, bei denen sich Occiput und Wirbelsäule nicht komplet von einander abgrenzen. „Der Knorpel der Wirbelsäule bei *Hexanchus* setzt sich von der Chorda her ohne Grenze in die Schädelbasis fort, und der Bogen des ersten Wirbels reiht sich eng an die Cirkumferenz des Foramen occipitale, mit der er in bedeutender Dicke durch eine dünne Bindegewebslage verbunden ist;" einmal fand Gegenbaur auf der einen Seite die gänzliche Verschmelzung der einen Bogenhälfte mit dem Cranium, während die andere die Trennungslinie aufwies. Aehnliche Verhältnisse, aber minder ausgeprägt, zeigt *Heptanchus*. Bei *Hexanchus* hat die Ebene des Foramen occipitale eine ascendente (schräg von oben nach vorn und abwärts gerichtete), bei *Heptanchus* eine senkrechte, bei den übrigen Haien eine descendente (von oben nach hinten und abwärts gehende) Lage. — Meine Untersuchungen ergaben, wie schon erwähnt, bei dem jüngeren Exemplare von *Hexanchus A* (Taf. I Figg. 1. 3) 5 occipitale Nerven v, w, x, y, z, der erste durch seine Lage vor dem Vagusloch sich deutlich als v dokumentirend, z^v als der letzte motorische Nerv den Schädel durchsetzend, aber ausser ihm noch eine dorso-caudal von ihm ebenfalls durch das Cranium tretende sensible Wurzel (z^d), welche nach Lage und peripherem Verhalten sich als zu ihm gehörig dokumentirt[1]). Die Begrenzung des Foramen occipitale geschieht in der charakteristischen ascendenten Ebene. Bei dem älteren Exemplare *C* (Taf. I Fig. 4) treten nur die 4 occipitalen Nerven w, x, y, z durch das Cranium; ein nach Lage v vergleichbarer Nerv fehlt gänzlich, z geht allein als motorischer Nerv (z^v) durch den Schädel, während die ihm zugehörige sensible Wurzel (z^d) ebenfalls vorhanden ist, aber durch ein auf den Schädel folgendes, theilweise von ihm abgegliedertes Intercalare s. Intercrurale (*J Cr.* 1) hindurchtritt. Hier hat zugleich die Ebene der Occipitalöffnung sehr abweichend von dem Befunde bei *A* eine descendente Neigung. Der Vergleich dieser beiden Stadien zeigt mir, dass bei dem älteren Exemplare nicht nur der eine occipitale Nerv v sich vollkommen rückgebildet hat, sondern dass auch das erste Intercalare aus dem Cranium abgegliedert und damit für die sensible Wurzel z^d, welche somit sekundär wieder spinalen Charakter erhielt, eine gewisse Selbstständigkeit gegenüber der motorischen z^v gewonnen wurde; ein Vergleich der relativen Länge der Schädeldecken in diesem Bereiche bei beiden Stadien (vergl. Taf. I Figg. 1 und 4) mit der neuen Grenze †) spricht, ebenso wie die descendente Neigung der Begrenzung der Occipitalöffnung, nur zu Gunsten dieser Folgerung. Die Bedeutung dieses Befundes ist unverkennbar: er lehrt, dass Abschnitte des Schädels, die ursprünglich dem Palaeocranium aus der Wirbelsäule zuertheilt wurden (Neocranium)[2]), sekundär wieder

1) Auf dieses sehr primitive Verhalten von z wird weiter unten bei Besprechung der Wurzeln noch näher eingegangen werden.

2) Die Begriffe Palaeocranium und Neocranium rühren bekanntlich von Gegenbaur (1887 *A.*) her.

eine Abgliederung von diesem zu Gunsten der beweglichen Wirbelsäule eingehen können. — *Heptanchus* zeigt in den kleinsten Exemplaren *A* und *B* 5 occipitale Nerven *v*, *w*, *x*, *y*, *z*, deren erster weit vor der Vagusöffnung, deren letzter (z^v) im hintersten Bereiche des Schädels, aber von dessen hinterer Grenze immer noch durch einen mehr oder minder breiten Knorpelabschnitt getrennt den Schädel durchsetzt; z^d ist vorhanden und geht bei *A*, *r* (Taf. I, Fig. 5) durch den hinteren Rand des Cranium, bei *A*, *l*, sowie bei *B* durch das erste Intercalare, das in Analogie zu den bei *Hexanchus* gegebenen Darlegungen wahrscheinlich auch sekundär vom Neocranium abgegliedert worden ist; doch konnte das Werden dieses Vorganges nicht an dem mir vorliegenden Materiale verfolgt werden. Bei den beiden grösseren Exemplaren *C* (Taf. I, Fig. 6) und *D* finden sich bloss 4 occipitale Nerven, indem *v* in Rückbildung trat; *z* zeigt in dem Verhalten seiner beiden Wurzeln, von denen z^v durch das Cranium, z^d durch das Intercalare 1, nahe seinem vorderen Rande tritt, im Wesentlichen die bei *A*, *l* und *B* geschilderten Verhältnisse. Es ergiebt sich danach, im Vergleiche zu *Hexanchus*, z^d in seiner Existenz als der konstantere, *v* als der variablere Faktor. Zugleich aber lehrt der Vergleich der beiden Stadien *A*, *r* und *C*, *l* (Taf. I Figg. 5 und 6), mit Rücksicht auf das Verhalten des Intercrurale 1, der Neigung der Occipitalöffnung und des Durchtrittes von z^d, dass die bei *Hexanchus* in Statu nascenti sich vollziehende Abgliederung des Intercrurale bei *Heptanchus* vollendet ist, und ferner, dass dieser Abgliederungsprocess nicht als ein ganz gleichmässiger folgte, sondern in dem einen Falle (Taf. I, Fig. 5) gleich hinter, in dem andern (Taf. I Fig. 6) gleich vor dem Durchtritte von z^d erfolgte. Bei *A*, *r* tritt daher z^d durch den hinteren Rand des Schädels und die Lage des Foramen occipitale ist eine annähernd senkrechte, bei *C*, *l* dagegen verläuft z^d, ähnlich wie bei dem alten *Hexanchus C*, durch den vorderen Rand des Intercrurale, und die Occipitalöffnung zeigt wie dort eine descendente Neigung.

Von besonderem Interesse ist durch Rosenberg's Untersuchungen (1876, p. 32 bis 34) *Prionodon* (*Carcharias*) *glaucus* geworden. Rosenberg fand, wie schon oben angeführt, bei einem ausgebildeten Exemplare jederseits 2, bei einem jungen, 45 cm langen Thiere links 3 und rechts 2, und bei einem Embryo beiderseits 2 occipitale Nerven; bei dem jüngeren Thiere zeigte sich ihm zugleich, dass die Neurapophyse des ersten Wirbels linkerseits in die Occipitalregion des Craniums eingegangen, rechterseits aber freigeblieben war. Rosenberg schliesst aus diesen Befunden, dass *Carcharias* ursprünglich nur 2 „ventrale Vaguswurzeln" hat, aber im Laufe seiner Entwickelung den ersten Spinalnerven für das Cranium acquirirt. Nach meiner Nomenklatur würden ihm somit nur 3 echte occipitale Nerven (*y*, *z*) zukommen, während der dritte ein neu hinzugekommener occipito-spinaler Nerv wäre, den ich mit *a* bezeichne. Gegenbaur (1887, p. 8—11) beanstandet die Beweiskräftigkeit dieser Befunde und hebt die individuelle Veränderlichkeit in der Zahl der „ventralen Vaguswurzeln" hervor; er fand bei einem ausgewachsenen Exemplar nur 2 solche Wurzeln. Die Möglichkeit von Wirbelassimilationen bestreitet er nicht und erinnert an seinen eigenen — von mir auf p. 364 mitgetheilten — Befund bei *Hexanchus*. Meine Beob-

achtungen an zwei jüngeren Exemplaren derselben Species und an einem mittelalterigen Thiere von *Prionodon* (*Carcharias*) *melanopterus* ergaben allenthalben 3 Wurzeln, dabei aber gerade so, wie es auch GEGENBAUR (1887, Taf. I Fig. 1) abbildet, eine annähernd ascendente (also *Hexanchus*-ähnliche) Abgrenzung des Foramen occipitale. Das würde, wenn man GEGENBAUR's und meine Befunde allein vergliche, selbst eine Verminderung der Zahl während des Wachsthums bedeuten. Das zu behaupten, liegt mir aber gegenüber ROSENBERG's genauen Beobachtungen und angesichts der wenigen von mir untersuchten Exemplare fern. Ich kann somit nichts zur Entscheidung dieser Frage beitragen und ich glaube, dass es noch der Untersuchung eines reichen Materiales bedürfen wird, um dieselbe endgültig zu lösen. ROSENBERG hat des Weiteren (1874, p. 21, 22 und 1876, p. 31, 32) jüngere und ältere Embryonen von *Mustelus* auf die Frage der Angliederung von Wirbeln an das Cranium untersucht und dabei, wie auch GEGENBAUR (1887, p. 10, 11) anerkannt, die Assimilation eines ersten Wirbelbogen-Paares zum Mindesten äusserst wahrscheinlich gemacht, wenn nicht festgestellt[1]). Damit verliert für ihn das Selachiercranium seine hintere konstante Grenze und wird ein veränderlicher, auf Kosten der Wirbelsäule sich nach hinten ausdehnender Komplex. — Die fundamentale Bedeutung dieser Untersuchungen ist nicht zu verkennen. Sollte es glücken, die ROSENBERG'schen Angaben auch bei *Carcharias* zu sichern, so würde damit erwiesen, dass bei zwei höheren Haien, *Carcharias* und *Mustelus*, der Occipitaltheil des Craniums in später embryonaler und selbst postembryonaler Zeit einen freien Wirbel und damit auch einen freien Spinalnerven assimilirt, dass somit schon bei den Haien zu dem occipitalen Nerven *z* noch der occipito-spinale Nerv *a* hinzukommt, somit die Grenze zwischen diesen beiden Kategorien der spino-occipitalen Nerven sich schon innerhalb der Selachier verschiebt. Die oben (p. 362) erwähnten Befunde HOFFMANN's (1894) an jungen Embryonen von *Acanthias* bilden eine gewisse Parallele dazu, bedürfen aber ebenfalls der weiteren Untersuchung.

Endlich kommt mit Rücksicht auf die hintere Begrenzung der occipitalen Nerven den von den eigentlichen Selachiern gerade in diesem Stücke erheblich abweichenden Holocephalen *Chimaera* (Taf. I Fig. 15, Taf. IV Fig. 4, 5) und *Callorhynchus* (Taf. IV Fig. 6) eine besondere Besprechung zu. Bei ihnen setzt sich in einer, bei beiden im Wesentlichen übereinstimmenden Weise der Schädel von dem durch Verschmelzung der ersten 12—13 Wirbel[2]) gebildeten Anfangskomplex der Wirbelsäule (Taf. I Fig. 15) scharf und deutlich durch ein gut ausgebildetes Gelenk (*A. krvb*) ab. Durch den Schädel treten als rein motorische Wurzeln, ganz nach Art der Nn. occipitales der Haie, 4 (*Callorhynchus*) oder 5 Nerven (*Chimaera*) von nach hinten zunehmender Dicke, die beiden vordersten im Bereiche der Vagusöffnung, die 2—3 letzten hinter derselben die Schädelwand durchsetzend. Sensible Wurzeln finden sich nicht in

1) Die genauere, mit Abbildungen versehene Darstellung dieser Vorgänge steht noch zu erwarten.

2) Ich finde 11—12 Nerven bei *Chimaera*, somit 12—13 Wirbelelemente in diesem Anfangskomplex der Wirbelsäule. J. MÜLLER (1835, Taf. V Fig. 1) bildet 12 Nerven in der Ansicht von aussen ab.

diesem Bereiche; erst mit dem erwähnten Anfangskomplexe der Wirbelsäule beginnen sie. Auf den ersten Blick wird man geneigt sein, das Gelenk der Holocephalen mit demjenigen der meisten Selachier und damit die 4—5 erwähnten Nervenwurzeln mit den Nn. occipitales *w*, *x*, *y*, *z* resp. *v*, *w*, *x*, *y*, *z* der Notidaniden zu homologisiren. Die Holocephalen würden danach in der Zahl der occipitalen Nerven den Notidaniden gleichstehen, würden aber in der Ausbildung des craniovertebralen Gelenks eine viel höhere Stufe als sie einnehmen. Die genauere Betrachtung zeigt indessen, dass gerade die 2—3 letzten Nerven mit ihrem sehr breiten, aus vielen Wurzelfäden bestehenden Ursprunge von der Medulla (vergl. Taf. I Fig. 15)[1], sowie mit ihrer peripherischen Verbreitung, welche den ersten von ihnen zu einem erheblichen Theil, den resp. die letzten aber ganz in den Plexus brachialis eingehen lässt[1]), beträchtlich von den occipitalen Nerven der Selachier abweichen. Dazu kommt, dass der bei sämmtlichen darauf untersuchten Selachiern von den Wirbeln entspringende M. levator scapulae bei den Holocephalen im Bereiche des Austrittes des letzten Nerven, bei *Chimaera* mit seiner ersten Zacke selbst zwischen den beiden letzten Nerven seinen Ursprung nimmt[1]); auch dies spricht durchaus gegen die speciell occipitale Natur dieser letzten Nerven. Auf Grund dieser Befunde erblicke ich nur in den beiden ersten der 4—5 Nerven die Repräsentanten occipitaler Nerven und bezeichne dieselben mit *y*, *z*, fasse dagegen die 2—3 letzten als dem Cranium erst sekundär einverleibte, occipito-spinale, Nerven auf und nenne sie *a*, *b* resp. *a*, *b*, *c*[2]). Damit ist auch das Holocephalen-Gelenk zwischen dem Cranium derselben und der Wirbelsäule ein anderes als das der echten Selachier; es repräsentirt ein intervertebrales Gelenk und entspricht der Verbindung des 2. Wirbels mit dem 3., resp. des 3. Wirbels mit dem 4. der Selachier[2]). Gegen diese Deutung könnten der weit vorn, im Bereiche der Vagusöffnung stattfindende Durchtritt der beiden ersten und der Mangel dorsaler Wurzeln bei den 2—3 letzten Nerven geltend gemacht werden. Beiden Einwänden gegenüber ist zu betonen: 1) dass auch bei einigen ächten Selachiern (*Acanthias*, *Scymnus*, *Cestracion*, *Galeus*) *y* und *z* im Niveau resp. in der nächsten Nähe der Vagusöffnung durch den Schädel treten und dass bei den Holocephalen für diese vordere Lage der weit nach vorn gerückte Ursprung des M. subspinalis derselben (s. unten sub 7) als besonderes Causalmoment gelten kann;

---

1) Bezüglich dieser drei Punkte verweise ich des Weiteren auf die spätere Darstellung.

2) Von einem gewissen Interesse ist die Abweichung in der Zahl der occipito-spinalen Nerven bei den beiden so nahe verwandten Holocephalen. Was ist das Ursprüngliche? Ich bin geneigt, bei *Chimaera* mit ihrer Dreizahl der occipito-spinalen Nerven das ursprünglichere Verhältniss zu erblicken, und leite davon die Zweizahl bei *Callorhynchus* ab. Schon *Chimaera* zeigte eine ziemlich weit gegangene Verschmelzung von *b* und *c*; nur der erste Ursprungszipfel des M. levator scapulae hält die Trennung aufrecht (Taf. IV Figg. 4, 5). Bei *Callorhynchus* ist dieser Sehnenzipfel rückgebildet und darum haben sich *b* und *c* zu einem einheitlichen Nerven vereinigt, den ich auf Taf. IV Fig. 6 als *b* bezeichnete, der aber jedenfalls noch Elemente von *c* in sich enthält und somit in Wirklichkeit *b* + *c* darstellt. Aehnliche Verschmelzungen occipito-spinaler Nerven sind auch bei den Teleostiern zu beobachten (s. bei diesen). Höchstwahrscheinlich hat sich die Assimilation von *a*, *b*, *c* bei *Chimaera* in der phylogenetischen Vorgeschichte nicht mit einem Schlage, sondern ganz allmählich vollzogen; Bestimmtes lässt sich angesichts des Mangels von direkten Beweisen nicht darüber aussagen.

2) dass ebenfalls bei verschiedenen Selachiern (*Odontaspis*, *Torpedo*, *Rhinobatus*, *Raja*), ganz zu schweigen von anderen Abtheilungen der Wirbelthiere, die 2 bis 3 ersten Spinalnerven der sensibeln Wurzeln entbehren können. — Die Holocephalen nehmen durch diese Assimilation zweier bis dreier Spinalnerven und Wirbel in den Schädelbereich gegenüber den eigentlichen Selachiern eine besondere Stellung ein, die allerdings keine unvermittelte ist (*Carcharias*, *Mustelus*), zeigen aber zum ersten Male eine Einrichtung — SAGEMEHL's auximetameren Typus — wirklich fixirt, welche bei Ganoiden, Teleostiern, Dipnoern und Amnioten, hier z. Th. noch in höherem Grade, zur bleibenden Ausbildung gekommen ist. Einigen Nachdruck möchte ich hierbei, mit Rücksicht auf spätere Vergleiche, auf die Dreizahl dieser occipito-spinalen Nerven der Holocephalen legen.

3. Ventrale und dorsale Wurzeln, Ursprung und Abgang von der Medulla, Beziehung zum N. vagus, intracranieller Verlauf.

Taf. I—IV.

Wie im Vorhergehenden angegeben, sind die occipitalen und occipito-spinalen Nerven ventralen motorischen Wurzeln der Spinalnerven homodynam. Die wahrscheinlich bei den Vorfahren vorhandenen, ihnen zugehörigen dorsalen sensibeln Wurzeln sind vermuthlich in Folge der hohen Entfaltung der Rr. laterales der Nn. glossopharyngeus und vagus fast durchweg in Rückbildung gekommen; nur bei den Notidaniden findet sich die letzte, z^d (Taf. I, Figg. 1, 3, 4, 5, 6), als regelmässiges Vorkommen[1]), wurde auch bereits von GEGENBAUR (1872 p. 34) und vielleicht auch WIEDERSHEIM (1893 p. 290) vermuthet[2]). Einmal sah ich sie auch als äusserst feines, aus nur wenigen degenerirten Nervenfasern bestehendes Fädchen bei *Cestracion* (*A*, Taf. I, Fig. 10).

Ihre einstmalige Existenz bei den phylogenetischen Vorfahren der jetzt lebenden Selachier wird auch durch die ontogenetischen Untersuchungen in mehr oder minder hohem Grade wahrscheinlich gemacht. An diesen sind in erster Linie von VAN WIJHE (1882), BEARD (1886), OSTROUMOFF (1889), RABL (1889), DOHRN (1890 A) und HOFFMANN (1894) betheiligt. VAN WIJHE (1882 p. 36, 42) vermisst speciell dem Hypoglossus angehörende Anlagen dorsaler Wurzeln; was sich in dem entsprechenden

1) Vergleiche über dieselbe auch die p. 364, 365 gemachten Ausführungen.

2) GEGENBAUR beschreibt an einem mit fünf Löchern für die occipitalen Nerven versehenen Cranium von *Hexanchus* noch eine andere Oeffnung, welche in gleicher Höhe mit dem Foramen pro vago und der Austrittsstelle der dorsalen Wurzel des ersten Spinalnerven liegt. „Das sich hier öffnende Kanälchen beginnt immer in ziemlicher Entfernung von dem Hinterhauptloche, kommt aber aussen dicht an der Verbindung mit dem ersten Wirbelbogen zum Vorschein. Es bleibt nur fraglich, ob ein Nerv durch dasselbe hindurch tritt. An dem zur Untersuchung der Kopfnerven dienenden Exemplare von *Hexanchus* habe ich nichts hieher Bezügliches wahrgenommen". WIEDERSHEIM bemerkt: „Auch bei einigen Selachiern scheinen im erwachsenen Zustand Hypoglossuswurzeln vorzukommen"; nach den vorausgehenden Mittheilungen meint er vermuthlich nicht die selbstverständlichen ventralen Wurzeln, sondern die dorsalen.

Gebiete (6.—9. Myotom) davon findet, bildet den Vagus. Doch thut er gleichzeitig an der letzten Wurzel eines „sympathischen“ Ganglions Erwähnung, welches danach von Dohrn (1890 A p. 81) als ächtes dorsales Spinalganglion angesprochen, noch später aber (Dohrn 1891 p. 29 ff.), wenn ich recht verstehe, unter Berufung auf van Wijhe's neuere Funde an den ventralen Spinalnervenwurzeln (van Wijhe 1888 p. 76) als eine den motorischen Wurzeln eigenthümliche Ganglienanlage anerkannt wird. Rabl (1889 p. 230) kommt bezüglich des Ueberganges der dorsalen Wurzeln in den Vagus zu den gleichen Anschauungen wie van Wijhe. Beard (1886 p. 143) fügt seiner Angabe, dass der Hypoglossus der Elasmobranchier von den ventralen Wurzeln der 3 ersten Spinalnerven abzuleiten sei, noch hinzu: „The posterior roots are developped in the embryo, but afterwards abort.“ Da keine Abbildungen beigegeben sind, ist unklar, ob er für alle drei ventralen Wurzeln oder nur für einen Theil derselben zugehörige dorsale Wurzeln angelegt fand. Ostroumoff (1889 p. 364) beschreibt bei *Pristiurus*-Embryonen zwei Ganglien für die beiden letzten Wurzeln des Hypoglossus (*y*, *z*), ein vorderes kleineres und ein hinteres grösseres, die aber beide im embryonalen Zustande wieder verschwinden, das vordere früher als das hintere. Seine Befunde bestätigt Dohrn (1890 A. p. 82, 83) für alle von ihm untersuchten Selachier (Haie und *Torpedo*); er findet genau so viel Ganglienanlagen als ventrale Wurzeln vorhanden sind (cf. Beard); die vorderste derselben bringt es jedoch nicht zu einem eigentlichen Ganglion, wohl aber die beiden folgenden, um darauf sich wieder zurückzubilden, ohne je Nervenfasern und dorsale Wurzeln zu bilden. Hoffmann (1894 p. 650) endlich beobachtete für alle 4 Wurzeln des Hypoglossus vom *Acanthias*-Embryo dorsale Ganglienanlagen, von denen die erste in den Vagus eingehe, die beiden folgenden wieder verschwinden, die letzte endlich mit dem ersten Spinalganglion verschmelze [1]. — Meine eigenen Untersuchungen geschahen nur an mittelalten Embryonen von *Acanthias* und *Mustelus*, welche allein die Existenz einer zu *z* gehörigen dorsalen Ganglienanlage erkennen liessen; für dieses letzte Ganglion kann ich also die Angaben der angeführten Untersuchungen bestätigen. Auch giebt die Parallele mit den Notidaniden demselben reelle Geltung. Zu *y* oder *x* gehörende dorsale Ganglien fand ich bei meinen, dafür zu alten Stadien nicht, möchte auch ihr Vorkommen als wirklich gangliöse Gebilde bei jungen Embryonen in keiner Weise bezweifeln, aber mit einiger Vorsicht beurtheilen. Dass sehr frühe phylogenetische Vorfahren der jetzt lebenden Selachier solche besessen haben, ist mir nicht zweifelhaft; doch liegt darin ein cänogenetisches Moment, dass die Ontogenie diese Gebilde, von denen kein ausgebildeter Selachier eine Spur mehr zeigt, zur Anlage bringt, nicht aber die vor *x* gelegenen ventralen Wurzeln, welche bei den Notidaniden und einzelnen pentanchen Haien (*Centrophorus*, *Echinorhinus*) sich noch erhalten haben [2]. Ferner halte ich den behaupteten Uebergang eines Theiles dieser

---

1) Auch Froriep (1871 p. 61 Fig. 4) bildet bei *Torpedo* drei ventrale Wurzeln ab, deren letzte mit einer dorsalen Wurzel verbunden ist. Da aber auf der genannten Figur die Grenzbestimmung zwischen Kopf und Wirbelsäule fehlt, ist der Befund an sich für die vorliegende Frage nicht verwerthbar.

2) Zur Erklärung kann man die relativ späte Ausbreitung der Rr. laterales vagi anführen.

Ganglien in den N. vagus zum Mindesten noch für sehr diskutabel. Angesichts dieser Bedenken und Diskrepanzen zwischen ontogenetischen und vergleichend-anatomischen Befunden erscheinen weitere Untersuchungen recht erwünscht.

Wie schon Rohon (1877 p. 90 und 1878 p. 9) am klarsten dargethan und durch Abbildungen (1877 Taf. VII, Figg. 52, 62) illustrirt hat[1]) und wie die Nachuntersuchung leicht bestätigt, nehmen die Wurzelfäden der occipitalen Nerven von den Ganglienzellen der dem Vorderhorn der Spinalnerven vergleichbaren, ventromedialen Zellensäule der Medulla oblongata ihren Ursprung und verlaufen von da ganz nach Art ventraler Spinalwurzeln in vorwiegend ventraler Richtung durch die weisse Substanz zur Peripherie des Markes, um hier gleich ihren spinalen Homodynamen zwischen Pyramiden resp. Vorder- und Seitensträngen auszutreten. Meist geschieht der Abgang in einem geschlossenen Nervenstrange, mitunter, namentlich bei den hinteren Occipitalnerven, mit 2 bis 3 getrennten Wurzelfäden, die aber schnell zu einem einheitlichen Nerven zusammentreten. Bei *Cestracion* und den *Carchariidae* wurde das letztere Verhalten des Oefteren beobachtet, aber auch bei anderen Haien nicht vermisst. Entsprechend der geringeren und nach vorn abnehmenden Stärke der occipitalen Nerven ist die ihnen Ursprung gebende, ventromediale Zellensäule schmäler als bei den Spinalnerven und verjüngt sich zugleich rostralwärts bis zu ihrem vorderen Ende, das ungefähr mit dem Abgange des vordersten Occipitalnerven zusammenfällt oder wenigstens nicht viel weiter nach vorn reicht. Wie es scheint, entspricht sie auch mehr dem medialen Gangliengebiete des Vorderhorns des Rückenmarkes (ähnlich wie dies Goronowitsch 1888 p. 529, 530 für *Acipenser* dargethan); doch genügte mein mässig konservirtes Material nicht, um diese nur durch sehr sorgsam und an vortrefflich erhaltenen Gehirnen ausgeführte Untersuchungen zu entscheidende Frage sicher zu beantworten.

Desgleichen entspringt und verläuft bis zu ihrem Austritte aus der Medulla die bei *Heptanchus* und *Hexanchus* vorhandene dorsale Wurzel des letzten Occipitalnerven (z^d) ganz nach Art der dorsalen Wurzel eines Spinalnerven.

Weder die ventralen noch die dorsalen Wurzeln der Occipitalnerven haben in ihrem Ursprunge irgend welche direkteren Beziehungen zu dem N. vagus, dessen motorische Fasern der ventro-lateralen Zellensäule und dessen sensible Elemente dem dorso-lateralen sensibeln Vaguskerne entstammen und auch in ihrem Verlaufe bis zur Peripherie der Medulla eine ganz andere, in vorwiegend lateraler Richtung erfolgende, Bahn als die Occipitalnerven einschlagen. Ich verweise hinsichtlich dieser Vagusursprünge auch auf Rohon (1878 p. 8, 9, Taf. I,

1) Vor ihm thut Viault (1876 p. 487) der ventralen Zellensäule Erwähnung, welche den vorderen Wurzeln der Spinalnerven, dem Hypoglossus und den meisten motorischen Kopfnerven Ursprung gebe. Diese Angaben confundiren, wie es scheint, die ganz anders entspringenden und verlaufenden Bahnen der ächten Kopfnerven Trigeminus, Facialis, Glossopharyngeus und Vagus mit den hier vorliegenden.

Fig. 6), dem wir insbesondere den unzweideutigen Nachweis der ersten motorischen Vaguswurzeln verdanken[1]). Bei dieser Verschiedenheit der Wurzeln des Vagus und der Wurzeln der Occipitalnerven erwecken auch alle die Angaben, welche die zu Letzteren gehörigen embryonalen dorsalen Ganglienanlagen an dem Aufbau des Vagus Antheil nehmen lassen, von vornherein wenig Vertrauen (cf. p. 369, 370).

Der Abgang der einzelnen occipitalen Nerven von der Medulla schwankt mit Rücksicht auf ihre mehr vordere (rostrale) oder mehr hintere (caudale) Lage nicht unerheblich, selbst innerhalb der Species und des Individuums (individuell und antimer). Das zeigen auch die von Miklucho-Maclay (1870, Taf. II Fig. 9, *Hexanchus* und Rohon (1878, Taf. III Fig. 14, *Hexanchus*; Taf. III Fig. 20, *Mustelus*) gegebenen Abbildungen. Aus dem zahlreichen beobachteten Detail sei nur Einiges hervorgehoben; der Abgang der in longitudinaler Richtung zu ansehnlicher Ausdehnung erstreckten Vaguswurzeln diene hierbei zur topographischen Vergleichung[2]):

Der erste occipitale Nerv *v* (*Hexanchus*, *Heptanchus*) entspringt im Bereiche des Anfanges resp. des ersten Viertels der Vaguswurzel[3]); *w* geht bei *Hexanchus* und *Heptanchus* im Bereiche des dritten Viertels (Ende des dritten Fünftels resp. zweiten Drittels), bei *Chlamydoselachus* (Garman 1885, Pl. XVI) dagegen vor der Mitte der Vaguswurzel ab. Der Abgang von *x* entspricht bei *Hexanchus* und *Heptanchus* zumeist dem hinteren Ende des Vagusursprunges, er kann aber auch ein wenig vor oder hinter demselben liegen; bei *Chlamydoselachus* wie bei den mit drei Occipitalnerven versehenen Haien dagegen liegt er in der Regel etwas weiter vorn, in der Mitte (*Centrophorus*, *Prionodon*) oder wenig hinter der Mitte des Vagusursprunges (*Scyllium*, *Prionodon*). *y* geht bei *Hexanchus* und *Heptanchus* immer in einiger Entfernung vor dem hinteren (caudalen) Ende des Vagusursprunges, bei *Chlamydoselachus* und den mit drei Occipitalnerven versehenen Haien am Ende oder wenig hinter (caudal) demselben, bei den Arten mit zwei Occipitalnerven endlich in der Regel direkt hinter diesem Ende, mitunter (z. B. bei *Rhina*) auch etwas vor demselben oder selbst eine ansehnlichere Strecke davor (Holocephalen) ab. *z* endlich entspringt allenthalben caudalwärts hinter dem Bereiche des Vagusursprunges von der Medulla und zwar bei den Notidaniden in grösserer Entfernung von dessen hinterem Ende, bei den mit einem Occipitalnerven allein versehenen Rochen, denen sich in dieser Hinsicht die Holocephalen anschliessen, in grösserer Nähe dahinter; die übrigen Selachier reihen sich zwischen diese beiden Extreme.

Aus diesen Beobachtungen resultirt das allgemeinere Ergebniss, dass die Abgangsstellen der occipitalen Nerven keineswegs dem Vagusabgange gegenüber eine

---

1) Auch Reichenheim (1873, 1877) bildet dieselben bei *Torpedo* deutlich ab. Danach handelt auch Fritsch 1878 p. 70) über sie.

2) Bei der folgenden Darstellung sehe ich, *Hexanchus* betreffend, ganz ab von dem hier weit caudalwärts reichenden besonderen letzten Wurzeltheil, welcher dem Accessorius Willisii vergleichbar ist (s. unten p. 373, 374). Schliesst man diesen Antheil mit ein, so liegen sämmtliche, auch der letzte, Occipitalnerv im Bereiche des Ursprungs des Vago-Accessorius und der Letztere reicht noch weiter hinab als *z*.

3) Damit stimmt auch die Abbildung von Miklucho-Maclay überein, während Rohon *v* gar nicht wiedergiebt. Was auf des Letzteren Figur als erster Occipitalnerv abgebildet wird, ist *w*, wenn nicht *x*.

unveränderliche Lage darbieten, sondern vielmehr in dem Maasse, als die vordersten (v, w etc.) sich rückbilden, in einem successiven Vorrücken nach vorn (rostralwärts) begriffen sind. So kommen die letzten (y, z), welche bei den Notidaniden mehr oder minder weit hinter dem Vagusursprunge abgehen, bei den mit nur 3 oder 2 occipitalen Nerven versehenen Haien dem Niveau des Vagusursprunges immer näher und können — wenigstens gilt dies für y — selbst in seinen Bereich, direkt ventral unter ihm, eintreten; entsprechende Verhältnisse der Vorwärtswanderung bietet x dar. Dieses successive Vorrücken der hinteren Nerven dürfte zu der Rückbildung der vorderen im wirklichen Causalnexus stehen; durch die Reduktion der Ursprungsbereiche der vorderen wird Platz für die Ausdehnung der hinteren nach vorn gewonnen; nach dem so entstandenen locus minoris resistentiae richtet sich das Vorwärtsdrängen derselben. Es ist klar, dass damit bemerkenswerthe Umwandlungen des Vorderendes der ventro-medialen Zellensäule verbunden sein müssen; die genauere Durchmusterung derselben dürfte zu nicht uninteressanten Resultaten führen. Der Vagusursprung wird durch alle diese Lageveränderungen nicht oder nur ganz unwesentlich berührt; er bildet ihnen gegenüber den konstanteren Faktor. — Es liegt nahe, angesichts dieser zu beobachtenden Vorgänge anzunehmen, dass bei den Vorfahren der Notidaniden vor v noch weitere Occipitalnerven u, t, s etc. existirt haben, die aber, gerade so wie v und w bei der Mehrzahl der pentanchen Haie, in vollkommene Rückbildung traten, auch bei den uns bekannten ausgebildeten Notidaniden zum Schwunde gekommen sind. Möglicher Weise mag die ontogenetische Untersuchung von *Hexanchus* und *Heptanchus*, die bisher wegen Mangels an Material unmöglich war, noch etwas von diesen postulirten Occipitalnerven nebst ihren Myotomen zeigen. Für weitere Spekulationen fehlt jedoch zur Zeit die sichere Grundlage (übrigens vergl. die späteren Ausführungen sub 9).

Die zu dem letzten occipitalen Nerven gehörige sensible Wurzel der Notidaniden (z^d) entspringt ähnlich der motorischen (z^v) entfernt von dem caudalen Ende des Vagusursprungs (excl. den Accessorius-Antheil von *Hexanchus*).

Wenn ich im Vorhergehenden sagte, dass der Vagusursprung gegenüber dem der occipitalen Nerven den konstanteren Faktor bilde, so bezog sich das nur auf sein relatives Verhalten in dieser Beziehung. An sich bildet er keineswegs eine konstante Grösse, sondern zeigt bei den verschiedenen Selachiern vielmehr recht beträchtliche, den früheren Untersuchern (Stannius 1849, Miklucho-Maclay 1870, Gegenbaur 1871, Rohon 1878, Fritsch 1878 u. A.) genugsam bekannte Variirungen. Es ist hier nicht der Ort, des Genaueren auf diese Ursprungsverhältnisse einzugehen; ich verweise hinsichtlich derselben auf die angeführte Litteratur. Hier sei nur kurz erwähnt, dass der Vagus mit einer sehr wechselnden Anzahl (2—20) dorso-lateral von der Medulla oblongata ausgehender Wurzelbündel beginnt, an denen man bei genauerer Untersuchung eine kleinere, mehr ventral gelegene, und eine grössere, die dorsale Hauptmasse ausmachende Gruppe, künstlich sondern kann; erstere enthält

die motorischen Vagusbahnen, die für die Versorgung der den Seitenplatten entstammenden visceralen Muskulatur bestimmt sind, letztere seine sensiblen Elemente. Die Zahl der Wurzelbündel variirt nicht nur individuell, sondern auch meist antimer; eine genauere Zählung derselben stösst, wie schon Gegenbaur (1871 p. 518) bemerkt, desshalb auf grosse Schwierigkeiten, weil die gröberen Bündel in wechselnder Weise wieder in feinere zerfallen können. Das erste, am meisten rostral gelegene, rein sensible Wurzelbündel bildet in der Regel einen gröberen Nervenkomplex, der aber immer erheblich kleiner als die Summe der folgenden Wurzelbündel ist; es repräsentirt den Ramus lateralis nervi vagi, dessen relative Selbständigkeit dem übrigen Vagus gegenüber schon von Rolando (1828)[1]) und Stannius (1849 p. 80) hervorgehoben wurde und neuere Autoren, wie Goronowitsch (1888 p. 474)[2]), Shore (1889 p. 444), Ewart (1889 p. 524—536), Mitrophanow (1892 p. 5, 1893 p. 199) u. A., selbst veranlasste, den N. lateralis als einen selbständigen Nerven gegenüber dem Vagus aufzufassen. Die Totalität der übrigen aus sensibeln und motorischen Nerven bestehenden Wurzelbündel bildet den Haupttheil des Vagus, seinen Ramus branchiointestinalis, der das Visceralskelet und die Eingeweide versorgt; meist nimmt ihre Dicke nach hinten (caudalwärts) ab, auch sind die letzten nicht selten lockerer angeordnet, d. h. mehr oder minder von einander entfernt oder zu einem kleineren, von den mehr vorderen Bündeln etwas abgetrennten Bündelkomplexe gruppirt, so individuell bei *Hexanchus* (Gegenbaur 1871, Taf. XIII Fig. 2, Rohon 1877, Taf. III Fig. 15, eigene Untersuchung), *Chlamydoselachus* (Garman 1885, Taf. XVI Fig. *A*, *B*), *Carcharodon* (Parker 1887, Taf. VII Fig. 22, 23), *Carcharias* (Rohon 1887, Taf. I Fig. 6), *Rhina* (Rohon 1887, Taf. I Fig. 2) etc.

Die Abgangsrichtung der Wurzelbündel des Vagus ist eine in der Hauptsache meist schräge, descendente, d. h. von vorn (rostral) nach hinten (caudal) und lateral gehende, wobei die ersten in einem longitudinal-descendenten, die letzten in einem descendent-transversalen Verlaufe nach aussen streben und sich zum Vagusstamme sammeln. Nicht selten verlaufen auch die letzten (am meisten caudalen) Bündel transversal, so bei *Heptanchus* (eig. Unters.), *Chlamydoselachus* (Garman 1885, Taf. XVI Fig. *A*, *B*), *Acanthias* individuell (Miklucho-Maclay, Taf. I Fig. 1), *Carcharias* (Miklucho, Taf. IV Fig. 1, Rohon, Taf. I Fig. 6, eig. Unters.), *Zygaena* (Miklucho, Taf. IV Fig. 2, eig. Unters.), *Rhina* (Miklucho, Taf. I Fig. 9, eig. Unters.), *Raja sp.* (Miklucho, Taf. III Fig. 7), *Raja batis* (Miklucho, Taf. III Fig. 8), *Raja Schultzii* (Rohon, Taf. II Fig. 8), oder ascendent, und zwar so bei *Hexanchus* (Gegenbaur 1871, Taf. XIII Fig. 2, Rohon, Taf. III Fig. 15, eig. Unters.), *Heptanchus* individuell (eig. Unters.), *Carcharodon* (Parker 1887, Taf. VII Figg. 22, 23), *Scymnus* (Cuvier-Duméril 1836 p. 462, eig. Unters.), *Oxyrrhina* (Miklucho, Taf. IV Fig. 3), *Carcharias* (Miklucho, Taf. III Fig. 11, eig. Unters.), *Rhina* (Cuvier-Duméril 1836 p. 452). Namentlich bei

1) Rolando beging, wie schon Stannius (1847 p. 80) hervorhob, den Irrthum, diese Wurzel mit dem eigentlichen N. pneumogastricus in Verband zu bringen.

2) Die Auffassung von Goronowitsch geht von der Untersuchung der Kopfnerven von *Acipenser* aus.

Hexanchus ist dieser ascendente Verlauf der letzten Ursprungsbündel sehr ausgeprägt; bei einem von Rohon untersuchten Exemplar (1877 p. 65) sollen dieselben bis in die Gegend des 3. bis 4. Halswirbels hinab entspringen; Rohon bezeichnet sie im Einvernehmen mit Claus als N. accessorius Willisii. Zu ähnlichen Deutungen gelangten schon Duméril (Cuvier-Duméril 1836 p. 462) und Owen (1866 p. 307), welche die letzten Ursprungsfascikel des Vagus gleichfalls dem Accessorius Willisii vergleichen, während die Mehrzahl der Autoren die Ausbildung dieses Theiles des gemeinsamen Vago-accessorius erst für die höheren Vertebraten in Anspruch nahm. Auch ich habe diese weit herabreichenden und in recurrentem Verlaufe sich dem übrigen Vagus anschmiegenden Bündel bei zwei Exemplaren von *Hexanchus* gesehen, vermag sie aber nicht so weit caudalwärts wie Rohon, sondern nur bis zum Niveau des 1. Wirbels, jedenfalls aber bis in den Bereich des Ursprungs der beiden ersten Spinalnerven zu verfolgen. Sie stehen aber, wie ich mich durch eine sorgfältige Sonderung überzeugen konnte, zu dem bei *Hexanchus* besonders kräftig entwickelten M. trapezius im Konnex und können sonach ohne Zweifel mit dem Accessorius Willisii der höheren Vertebraten homologisirt werden. Aehnliche, wenn auch minder ausgeprägte Beziehungen bieten *Heptanchus* und die *Carchariidae* dar. Dass diese letzten ascendenten Fascikel nicht wie bei den Amnioten so weit zwischen die dorsalen und ventralen Wurzeln der Spinalnerven hinabreichen, bildet keinen ernstlichen Gegengrund gegen die erwähnte Homologisirung, sondern findet darin seine Erklärung, dass bei den Selachiern der Process der rostralwärts gehenden Vorwärtsbewegung der spinalen Nervenelemente noch nicht so weit vorgeschritten ist wie bei den Amnioten[1]). Dass übrigens der Accessorius Willisii so innig zu dem Vagus gehört, dass man ihn füglich nicht von diesem trennen, sondern dass man beide zum Vago-accessorius vereinigen soll, ist durchaus meine Auffassung und folge ich darin vollkommen den Anschauungen, welche Stannius (1849, 1853) und insbesondere Gegenbaur (1871, 1874, 1878, 1887 etc.) zu wiederholten Malen ausgesprochen und begründet haben. Demgemäss kann ich mich in keiner Weise denjenigen Autoren anschliessen, welche, wie Stöhr (1881), Wiedersheim (1883—1893), Beraneck (1884), Chiarugi (1889), Martin (1891) u. A., ihn als spinalen Abkömmling dem Vagus s. str. gegenüberstellen. Der Vago-accessorius ist ein primordialer Hirnnerv, der mit Spinalnerven nichts zu thun hat[1]). Ebenso wenig kann ich mich natürlich mit den Deutungen von Philippeaux et Vulpian (1853, 1854) und Jackson and Clark (1876) befreunden, welche in den Occipitalnerven die Homologe des Accessorius Willisii der höheren Vertebraten erblicken.

Der intrakranielle Verlauf der occipitalen Nerven von dem Abgang von der Medulla bis zum Eintritt in die Schädelwand erfolgt durchgehends in ventro-

1) Ueber alle diese Fragen wird später noch im Zusammenhange zu handeln sein.

lateraler Richtung, derart, dass die Nerven von ihrem der Mittellinie genäherten Ursprunge aus schliesslich den lateralen Bereich der occipitalen Schädelbasis erreichen. Dieser Verlauf erfolgt aber nur z. Th. in rein transversaler Richtung; zumeist streben die mehr vorderen Nerven zugleich schräg nach hinten (caudalwärts), also in einer descendenten Richtung, können aber auch einen transversalen und selbst einen schwach nach vorn gerichteten, ascendenten Verlauf darbieten; die mehr hinteren Nerven verlaufen transversal oder mässig descendent oder schwach ascendent. Die stärkste Descendenz wurde bei *v*, *w* und z. Th. auch *x* von *Hexanchus* und *Heptanchus* beobachtet; die Nerven bilden hier mit der Längsachse einen Winkel von 60—50°[1]. Bei den übrigen Haien wurde *x* bald mässig oder geringgradig descendent (*Scyllium*)[2], bald transversal bis selbst schwach ascendent (*Centrophorus*, *Scymnus*) gefunden; *y* zeigt einen transversalen oder ganz schwach descendenten oder ebenso geringgradigen ascendenten Verlauf; *z* endlich bietet ein ähnliches Verhalten wie *y* dar. — Bestimmte Regeln vermag ich aus diesen Verschiedenheiten nicht abzuleiten. Aber durchweg gilt, dass selbst in den Fällen relativ grösster Descendenz bei den vordersten Nerven (Notidaniden) die hochgradig descendente Verlaufsrichtung der vorderen (rostralen) Ursprungsbündel des Vagus nicht erreicht wurde.

4. Durchtritt durch die Schädelwand.

Taf. I, Taf. II Fig. 1, 2, Taf. III Fig. 11, Taf. IV.

Wie bekannt und insbesondere durch Gegenbaur's zahlreiche Abbildungen (1878, Taf. IV—VII, *vg.*) des Genaueren illustrirt wird, erfolgt der Eintritt der occipitalen Nerven in die Schädelwand bei den Selachiern getrennt von dem Vagusloche[3]) in einer ventral resp. ventro-caudal von demselben gelegenen Linie, welche meist caudalwärts schwach aufsteigt (dorsalwärts geht).

Die vorliegenden Untersuchungen konnten diese Wahrnehmungen in der Hauptsache bestätigen: während die Eintrittsöffnungen der vorderen Occipitalnerven sich durchweg in ventraler Lage von der Vagusöffnung befinden, liegt diejenige von *z* meistens so hoch, dass sie die (dorso-ventrale) Höhe des Vagusloches annähernd oder ganz erreicht und somit in mehr oder minder rein longitudinaler Richtung hinter derselben zu finden ist. Doch kann auch dieses Aufsteigen unterbleiben, somit eine rein horizontale Richtung der Reihe der Eintrittslöcher zur Beobachtung kommen

1) Damit steht auch die Rohon'sche Abbildung von *Hexanchus* (1877 Taf. III. Fig. 14) im Einklang, während Miklucho-Maclay (1870 Taf. II. 9) bei den von ihrem Durchtritt durch den Schädel abgetrennten Nerven desselben Thieres eine viel zu grosse Descendenz (welche selbst diejenige der vordersten Wurzelbündel des Vagus übertrifft abzeichnet.

2) Rohon (1877 Taf. III. Fig. 20) bildet bei *Scyllium* eine etwas stärkere Descendenz ab.

3) Nur für *Centrophorus* und *Scymnus* beschreibt Gegenbaur (1872 p. 34) eine partielle Einmündung der Kanälchen für *y* in den Vaguskanal. Das Gleiche giebt Rohon (1877 p. 64) für *Hexanchus* und *Scyllium* an.

(*Heptanchus e. p.*, *Cestracion*, *Mustelus e. p.*, *Galeus e. p.*, *Prionodon*). Abweichend verhalten sich die Holocephalen, bei welchen einer oder beide Occipitalnerven (y, z) gemeinsam mit dem Vagus die Schädelwand durchsetzen.

Die gegenseitige Entfernung der Eintrittsöffnungen von v bis z ist eine derartige, dass kein Zweifel bestehen kann, dass es sich hier wirklich um separate Nerven handelt; doch ist sie keine ganz gleiche. Bei *Hexanchus* (Taf. I Fig. 1, 3, 4) wurde eine grössere Entfernung von $v : w$ und $y : z$ beobachtet. Bei *Heptanchus* wechselten die Entfernungen sehr erheblich nach den verschiedenen Individuen: bald (*A.r*, Taf. I Fig. 5) fand sich die grössere Entfernung bei $v : w$ und $w : x$ und die kleinere bei $x : y$ und $y : z$, bald (*A.l*, *B*, *C*, Taf. I Fig. 6) waren $v : w$, $w : x$ und $x : y$ einander etwas mehr genähert als $y : z$. Bei *Centrophorus calceus* (mit 4 occipitalen Nerven, Taf. I Fig. 7) waren die drei ersten einander etwas mehr genähert als $y : z$. Bei den Arten mit 3 Occipitalnerven boten *Centrophorus granulosus* und *Scyllium* annähernd gleiche Entfernungen, *Cestracion* (Taf. I Fig. 10) eine etwas grössere, *Galeus* (individ.) selbst eine dreimal grössere Annäherung von $x : y$ im Vergleich mit $y : z$ dar. Die Entfernung des letzten Occipitalnerven z^v von der motorischen Wurzel des ersten Spinalnerven 1^v wurde fast allenthalben — nur ein Exemplar von *Cestracion* verhielt sich abweichend — grösser als die der Occipitalnerven unter einander gefunden[1]).

Aus diesen Beobachtungen resultirt somit: 1) in der Hauptsache eine grössere Zusammendrängung der Eintrittsöffnungen der occipitalen Nerven in die Schädelwand im Vergleich mit denjenigen der Spinalnerven in die Wirbelsäule, 2) in den meisten Fällen entweder die gleiche Entfernung zwischen den Oeffnungen für die Occipitalnerven oder auch eine grössere Annäherung derjenigen für die vorderen im Vergleich zu den hinteren; nur *Hexanchus* (und e. p. 1 Exemplar von *Heptanchus*) mit der grösseren Entfernung der beiden ersten Occipitalnerven von einander bildete eine bemerkenswerthe Ausnahme.

Ich erblicke in der Annäherung der vorderen (rostralen) Nervenlöcher eine Partialerscheinung der schon oben (p. 361, 372) angegebenen Reduktion der vorderen und des damit möglich gewordenen Vorwärtsdrängens der hinteren (caudalen) Elemente, die sich somit auch in der Konfiguration der bezüglichen Schädelgegend, — der eine gewisse gewebliche Bildsamkeit nicht abgesprochen werden kann und die wegen ihrer geringeren Leistungsfähigkeit eine geringere Resistenz als die hinteren funktionell bedeutsameren Skelettheile darbietet — dokumentirt. Weiterhin kann möglicher Weise auch die Zusammenziehung der ursprünglich jedenfalls weiter in die Länge ausgedehnten Vagusöffnung auf die Lage der benachbarten Oeffnungen für die Occipitalnerven von einigem Einfluss gewesen sein[2]). Endlich kommt hierbei als

1) Weiterhin war auch meist die Entfernung der beiden ersten Spinalnerven von einander grösser als die von $z : 1$.

2) Auf die Frage nach der ursprünglichen Beschaffenheit der Vagusöffnung bei den frühen Vorfahren der Selachier, namentlich mit Rücksicht darauf, wie weit dieselbe damals in die Länge ausgedehnt war und durch ein

bildender Faktor die peripherische Plexusbildung der occipitalen und spinalen Nerven in Frage, ein Punkt, auf den weiter unten noch einzugehen sein wird. Für die beiden letzten der geltend gemachten Momente kann aber gerade das Ausnahmeverhalten bei *Hexanchus* (und *Heptanchus*) als Bestätigung dienen: die Oeffnung für *v* liegt ziemlich weit rostral vor dem Bereiche des Foramen pro vago und der Nerv *v* nimmt peripherisch nicht an der Plexusbildung direkten Antheil.

Der Eintritt der einzelnen occipitalen Nerven mit Rücksicht auf ihre relative rostro-caudale Lage zu der Vagusöffnung geschieht bei den eigentlichen Selachiern derart, dass die vordersten derselben ventral vor (rostral von) dem Vagusloch, die mittleren direkt ventral unter derselben und die hinteren ventral hinter (caudal von) ihr in die Schädelwand eingehen. Auch hier sind neben dem Wechsel der Arten individuelle und antimere Variirungen ausserordentlich häufig zu beobachten; wegen ihrer geringen Wichtigkeit verzichte ich auf die Wiedergabe der bezüglichen Beobachtungen. Die Oeffnung für *v* liegt stets ventro-rostral von dem Vagusloche, in ziemlich beträchtlicher Entfernung von ihr, bald von dem vorderen Rande des Foramen pro vago und von dem hinteren des Foramen pro glossopharyngeo ungefähr gleich weit entfernt (*Hexanchus A*, Taf. I, Fig. 3; *Heptanchus A*, Fig. 5), bald dem ersteren etwas mehr genähert (*Hexanchus Br*, *Heptanchus Br*)[1]). Die Lage der Oeffnung für *w* entspricht bei beiden Notidaniden und bei *Centrophorus calceus* ungefähr dem vorderen Rande des Vagusloches; entweder findet sie sich hierbei direkt unter ihm, oder zugleich etwas vor ihm (*Hexanchus*, Taf. I, Figg. 1, 3; *Heptanchus*, Fig. 5; *Centrophorus* Fig. 7), oder zugleich mehr oder weniger hinter ihm (*Heptanchus*, Taf. I, Fig. 6); die bisher beobachteten Verhältnisse lassen hierbei keine bestimmte Regel erkennen. Die Oeffnung für *x* liegt bei den Notidaniden entweder unter dem hinteren Rande des Vagusloches (Taf. I, Figg. 1, 3) oder etwas hinter demselben (Taf. I, Figg. 4, 5, 6), ebenso verhält sich *Centrophorus calceus* (Taf. I, Fig. 7); bei den mit nur drei Occipitalnerven versehenen Selachiern würde sie in der Regel weiter vorn gefunden, bald noch vor dem Niveau des vorderen Randes des Foramen pro vago (einmal bei *Scyllium*, Taf. I Fig. 9), bald direkt unter ihm (zweimal bei *Scyllium*, Taf. I Fig. 8), bald gleich hinter diesem Niveau (*Centrophorus granulosus A*, *Galeus*[2]), *Prionodon*, Taf. I, Fig. 11), bald annähernd unter der Mitte des Vagusloches (einmal bei *Prionodon*), und je einmal knapp vor (*Prion. melanopterus*) oder knapp hinter

Multiplum von auf einander folgenden Nervenlöchern repräsentirt wurde, gehe ich hier nicht ein und verweise auf GEGENBAUR's bekannte Ausführungen darüber (1871 p. 533 f und 1872 p. 264—280), sowie seine späteren die ventralen Vaguswurzeln betreffenden Einschränkungen (1887). Uebrigens bemerke ich zu der von mir oben angeführten Korrelation zwischen der Umbildung der Vagusöffnung und der Lage der occipitalen Nervenkanälchen, dass dieselbe für mich einen noch fraglichen Faktor vorstellt, lediglich eine Möglichkeit bedeutet, da an sich Vagus und occipitale Nerven durchaus von einander unabhängige Nerven sind, und da über ein eventuelles zeitliches Zusammentreffen der Zusammenziehung des Vagusdurchtritts und der successiven Einverleibung der occipitalen Nerven in den Schädelbereich, sowie ihre von vorn her beginnende Rückbildung bisher kaum mehr als Vermuthungen gehegt werden können. Auch auf diese Frage wird später noch einzugehen sein.

1) So auch auf GEGENBAUR's Figur von *Hexanchus* (1872, Taf. IV. Fig. 2, wo der Nerv mit × bezeichnet ist).

2) Hier war auch das Loch für den sehr feinen Nerven der Vagusöffnung sehr genähert.

(*Cestracion*, Taf. I Fig. 10) dem hinteren Rande desselben. Die Oeffnung für *y* befindet sich meist ventro-caudal in einiger Entfernung hinter dem hinteren Rande des Foramen pro vago, bald weiter (*Hexanchus A r.*, Taf. I Fig. 3, *B. C.* Taf. I Fig. 4; *Heptanchus*, Taf. I Figg. 5, 6; *Centrophorus calceus*, Taf. I Fig. 7; *Cestracion A*, Taf. I Fig. 10; *Rhina*) bald minder weit von demselben abliegend (*Hexanchus A l*, Taf. I Fig. I; *Centrophorus granulosus*, *Scyllium*, *Cestracion B*, *Prionodon*, Taf. I Fig. 11; *Spinax*, Taf. I Fig. 12; *Acanthias*, Taf. I, Fig. 13), doch kommt sie auch nicht selten direct unter oder selbst vor dasselbe (*Acanthias*, *Scyllium*, *Mustelus*, *Galeus*, *Prionodon*, *Zygaena*). Die Oeffnung für *z* endlich liegt stets hinter dem Vagusloche, in wechselnder Höhe und Entfernung. Durch eine ventrale Lage (ventro-caudal von dem Vagusloch) sind insbesondere *Heptanchus* (meiste Exemplare), *Scyllium*, *Cestracion*, *Prionodon* und *Rhina*, namentlich aber *Scymnus* gekennzeichnet, während der Nerv bei *Hexanchus* (*A l*, Taf. I Fig. 1), *Heptanchus* (*A l*, *C*, Taf. I Fig. 6), *Centrophorus calceus* (Taf. I Fig. 7), *Spinax* (Taf. I Fig. 12), *Acanthias*, *Cestracion* (*A*, Taf. I Fig. 10, *B*), *Mustelus*, *Galeus*, *Prionodon* e. p. (Taf. I Fig. 11) in der Höhe des ventralen Randes des Foramen pro vago, bei *Hexanchus* (*A r*, Taf. I Fig. 3; *B*, *C*, Taf. I Fig. 4), *Pristis* und *Rhynchobatus* (Taf. I Fig. 14) in dem Bereiche der Höhe der ventralen Hälfte des Vagusloches in die Schädelwand eintritt. Die (rostro-caudale) Entfernung von der Vagusöffnung ist bei den Notidaniden, *Centrophorus calceus*, den meisten Selachiern mit drei Occipitalnerven und unter den mit nur zwei solchen Nerven versehenen *Spinax* (Taf. I Fig. 12), *Acanthias* indiv. (Taf. I, Fig. 13), *Cestracion* (Taf. I Fig. 10), *Mustelus*, *Galeus*, *Rhina* eine beträchtliche, bei den mit zwei Occipitalnerven versehenen *Acanthias* (indiv.), *Scymnus*, *Cestracion* (*B*), *Galeus* (*B l*) eine mittlere und endlich bei den nur einen occipitalen Nerven besitzenden Rochen[1]) *Pristis*, *Rhinobatus*, *Rhynchobatus* (Taf. I Fig. 14) und *Trygon* eine geringe; immer liegt der Nerv dem Schädelende mehr oder minder genähert, befindet sich selbst bei *Cestracion* (*A*, Taf. I Fig. 13) wahrscheinlich in Folge einer partiellen Reduktion des hinteren Schädelendes in einem nach hinten geöffneten Ausschnitte desselben. In diesen Befunden giebt sich ebenfalls ein successives Vorrücken der Oeffnungen für die hinteren Occipitalnerven in dem Maasse, als die vorderen Nerven in Rückbildung treten, deutlich zu erkennen.

Die Eintrittsöffnung der sensibeln Wurzel des letzten occipitalen Nerven z^d der Notidaniden und des einen Exemplars von *Cestracion* liegt in schräger Lage zur Oeffnung der zugehörigen motorischen Wurzel z^v, dorsal und caudal hinter ihr, und zwar bei *Hexanchus* etwas mehr caudal als bei *Heptanchus*, während *Cestracion* zwischen beiden steht. Bei *Hexanchus* befindet sie sich zugleich im Schädel (*A*, Taf. V Figg. 1, 3, *B*) oder im vorderen Bereiche des von demselben abgegliederten Intercrurale (*C*, Taf. I Fig. 4), bei *Heptanchus* (*A*, Taf. I, Fig. 5) am hinteren Rande

1) Bei *Torpedo*, wo bei einem jungen Exemplare von 25 cm Körperlänge z äusserlich als ganz feiner Faden nachgewiesen wurde, gelang es wegen ganz mangelhafter Konservation der Schädelhöhle nicht, den inneren Eintritt des Nerven in die Schädelwand aufzufinden.

des Cranium, bei *Heptanchus* (*C*, Taf. I, Fig. 6) am Vorderrande des Intercrurale, bei *Cestracion* (*A*, Taf. I. Fig. 10) knapp vor der Mitte des Intercrurale.

Bei den Holocephalen treten die Occipitalnerven, wie schon erwähnt, nicht durchweg durch gesonderte Löcher. Bei *Callorhynchus* (Taf. IV, Fig. 6) geschieht dies noch für *z*, welcher in allernächster Nachbarschaft von dem ventro-caudalen Bereiche der Vagusöffnung separat den Schädel durchsetzt, während *y* dem Vagus ventro-rostral anliegend gemeinschaftlich mit ihm verläuft; bei *Chimaera* (Taf. I, Fig. 15, Taf. IV, Fig. 4) gehen *y* und *z* durch das Foramen pro vago, und zwar liegen sie hierbei dem Vagus ventral dicht an, *y* im rostralen, *z* im caudalen Bereiche der gemeinschaftlichen Oeffnung. Der oben (p. 377 Anm. 2) besprochene Fall von *Galeus*, wo der Nerv *x* nur durch eine ganz schmale Knorpelbrücke von dem Foramen pro vago getrennt in die Schädelwand eintritt, sowie die von Gegenbaur und Rohon angegebenen Fälle eines partialen gemeinschaftlichen Durchtrittes des Vagus mit Occipitalnerven (s. p. 375 Anm. 3)[1]) vermitteln die Befunde bei den Holocephalen mit denen bei den Selachiern. Die darauf folgenden, dem Schädel neu assimilirten, occipito-spinalen Nerven *a*, *b* und *c* (resp. *a*, *b* + *c*) treten hinter der Vagusöffnung durch gesonderte Kanäle, verhalten sich somit in dieser Hinsicht wie *y* und *z* der Notidaniden und einiger anderen Selachier.

Der Durchtritt der Occipitalnerven durch die Schädelwand erfolgt bei den eigentlichen Selachiern in von dem Vagusloche gesonderten Kanälchen[2]), bei den Holocephalen, wie oben erwähnt, ganz oder z. Th. gemeinschaftlich mit diesem Nerven. Dementsprechend geben sich bei den Selachiern auch die Austrittsstellen der Nn. occipitales an der Aussenfläche des Schädels als von dem Vagus-Austritte gesonderte Oeffnungen zu erkennen. Doch kann während des Durchtrittes in einzelnen Fällen eine grössere Annäherung an den Vagus geschehen, so dass die Austrittsöffnung der Occipitalnerven in allergrösster Nähe von derjenigen des Vagus (*Scyllium* indiv., *Galeus* indiv.), mitunter auch (*Cestracion*) in einer gemeinschaftlichen Grube mit ihr zu liegen kommt. Der Durchtritt der einzelnen Nn. occipitales erfolgt in den von mir untersuchten Fällen[3]) kaum jemals in rein paralleler Richtung (zwei Exemplare von *Heptanchus*, auch *Rhina* kommen derselben allerdings nahe), sondern in der Regel derart, dass die Nerven während ihres Durchtrittes nach aussen konvergiren[4]). So beträgt z. B. bei *Hexanchus* (Taf. I Figg. 1, 2) die Distanz der ersten

1) Gegenbaur und Rohon führen *Hexanchus, Centrophorus, Scymnus* und *Scyllium* an; ich fand bei meinen Exemplaren überall gesonderte Kanälchen.

2) Abgesehen von den von Gegenbaur und Rohon angegebenen Fällen einer partiellen Vereinigung.

3) Da diese Art der Untersuchung nur durch successives Zerlegen der occipitalen Schädelbasis direkt auszuführen war, somit viel Material kostete, so konnte ich nur einen Theil der mir zu Gebote stehenden Thiere in dieser Weise untersuchen. Indirekt, durch genaue vergleichende Messungen der Eintritts- und Austrittsöffnungen waren aber auch zahlreiche Aufschlüsse zu erlangen.

4) Bei *Prionodon glaucus* wurde in einem Falle (Taf. III. 11) ein Austritt von *y* mit zwei Wurzeln, die sich bald vereinigten, gefunden. Wahrscheinlich handelt es sich hier um eine sekundäre Spaltung während des Durchtrittes durch die Schädelwand. Leider musste die genauere Untersuchung des bezüglichen Verhaltens, welche mit einer Opferung des Schädels verbunden gewesen wäre, unterbleiben.

und letzten occipitalen Nervenöffnung an der Innenfläche der Schädelwand 22 mm und an der Aussenfläche derselben 15 mm; die Nerven rücken somit während ihres Durchtrittes um ein Drittel näher. Eine ungefähr entsprechende Annäherung wurde bei *Centrophorus*, *Scymnus*, *Prionodon* gefunden. In gewissen Fällen ist die Konvergenz bedeutender und führt schon innerhalb der Schädelwand zu einer Vereinigung der einzelnen Nerven; so finde ich z. B. bei *Scyllium A* (Taf. I Fig. 8) ein Zusammentreten von $x + y$ zu einem Nerven, somit 3 Eintritts-, aber nur 2 Austrittsöffnungen, bei *Scyllium B* (Taf. I Fig. 9) selbst eine Verbindung aller drei Occipitalnerven, also 3 Eintritts-, aber nur eine Austrittsöffnung; ähnlich verbinden sich bei *Acanthias* (Taf. I Fig. 13) y und z knapp vor dem Austritte.

Die Richtung der Durchtrittskanäle ist im Allgemeinen eine schräge, nach unten (ventral), lateral und hinten absteigende. Doch geschieht der Durchtritt der einzelnen Nerven da, wo er nicht gerade zur Verschmelzung oder zu sehr grosser Annäherung der Occipitalnerven führt, nicht in einer ebenen, sondern in einer windschief gelegenen Fläche, derart, dass die vorderen Nerven mehr in ventralwärts, die hinteren mehr in caudalwärts gerichtetem Verlaufe durch den Schädel dringen. Dem entsprechend ist die Linie der Austrittsöffnungen eine mehr von vorne nach hinten aufsteigende (dorsocaudal gerichtete) als diejenige der mehr in horizontaler Reihe gestellten Eintrittsöffnungen; z^v kommt dem Höhenniveau des Austrittes der ventralen Wurzeln der spinalen Nerven nahe oder erreicht dasselbe (vergl. für *Hexanchus* Taf. I Figg. 1 und 2, sowie für *Heptanchus* Taf. I Figg. 5, 6 und Taf. II Fig. 1; ferner *Laemargus* Taf. II Fig. 2 und *Mustelus* Taf. IV Fig. 1). Da zugleich der Vagus in ähnlichem Verlaufe, aber unter Bevorzugung der lateralen Richtung den Schädel durchsetzt, so finden sich die Austrittsöffnungen der vorderen Occipitalnerven vorwiegend ventral, diejenigen der hinteren caudal und medial von seinem Austritte (Taf. I Fig. 2, Taf. II Figg. 1, 2).

Die sensible Wurzel des letzten occipitalen Nerven der Notidaniden z^d läuft dorsal von der zugehörigen ventralen z^v in ähnlicher Richtung wie diese durch den Schädel resp. das erste Intercrurale; doch zeigt sich auch hier eine Annäherung und zugleich eine minder schräge gegenseitige Lage der Austrittsöffnungen beider (*Hexanchus*, Taf. I Figg. 1 und 2; *Heptanchus*, Taf. II Fig. 1).

Alle diese Konvergenzen der Occipitalnerven während ihres Durchtrittes durch die Schädelwand finden ihre Erklärung in der peripherischen Plexusbildung, welche die occipitalen und spinalen Nerven mit einander eingehen. Bei den Notidaniden, aber auch bei einzelnen pentanchen Haien (z. B. *Laemargus*, *Echinorhinus*, *Mustelus* individuell) und den Holocephalen nimmt der erste Occipitalnerv meist an der Plexusbildung keinen oder nur untergeordneten Antheil und geht gewöhnlich direkt zu dem von ihm versorgten Abschnitte des lateralen Rumpfmuskels und dem M. subspinalis; da aber auch er von den erwähnten Konvergenzerscheinungen keine wesentliche Ausnahme bildet, so bin ich geneigt, die Ablösung dieses Nerven aus dem Plexus-Verbande als eine mehr sekundäre Erscheinung zu deuten (Weiteres darüber im nächsten Abschnitt.)

5. Peripherisches Verhalten der occipitalen und occipito-spinalen Nerven, Plexusbildung mit den Spinalnerven (Plexus cervicalis), Verhalten zur Rumpfmuskulatur, Plexus cervicalis und brachialis, peripherische Anastomose mit dem N. vagus.

Taf. II, III, IV.

Das peripherische Verhalten der occipitalen und occipito-spinalen Nerven ist von verschiedenen Autoren behandelt, in seinen Beziehungen zu den Spinalnerven aber erst nach und nach richtig erkannt worden.

Stannius (1849 p. 83) lässt die Occipitalnerven nach dem Austritt aus ihren Kanälen in die Nervenmasse des Vagus übergehen und vermuthet, dass die vom Vagus abgehenden feineren Zweige, welche den, über dem äusseren Kiemenkorbe gelegenen, die Schulter vorwärts ziehenden Muskel (wahrscheinlich ist der M. trapezius gemeint) versorgen, wohl Elemente dorsaler Wurzeln enthalten. Ueber die ersten Spinalnerven handelt er an anderer Stelle (1849 p. 122): bei den Haien verbinden sich die beiden ersten Spinalnerven zu einem Stamme, der bald durch den Ramus anterior des dritten Spinalnerven verstärkt wird; dieser Stamm verläuft nach Abgabe eines Astes zur Vorderextremität längs dem Vorderrande des Schultergürtels und versorgt die Muskulatur zwischen diesem und dem Zungenbein, sowie den M. sterno-mandibularis. Bei *Raja clavata* vereinigen sich die 16 ersten Spinalnerven zu einem Stamm, der die vordere Extremität und die vom Schultergürtel nach den Zungenbein-Knorpeln, dem Kiefer-Suspensorium und der Mandibula sich erstreckende Muskulatur versorgt. In der Zootomie des gleichen Autors (1853 p. 142, 148) werden diese Befunde im Auszuge mitgetheilt; sie beherrschen auch die Mittheilungen der folgenden darüber handelnden Autoren (Gegenbaur 1871 p. 522, Vetter 1874 p. 450, 452, 453, Sagemehl 1885 p. 102), von denen der erstere die „unteren Vaguswurzeln“ sich mit dem Vagus verbinden lässt, die letzteren die ventrale Längsmuskulatur (Mm. coraco-arcuales) von den zwei ersten Spinalnerven versorgen lassen.

Mit den mustergültigen Untersuchungen von Jackson and Clarke (1876 p. 97 bis 99) beginnt die genauere Kenntniss des peripherischen Verhaltens der Occipitalnerven. Diese Autoren beschreiben 4 occipitale Nerven bei *Echinorhinus*, deren erster sich selbstständig verästelt, während die drei anderen mit den 5 ersten Spinalnerven sich zu einem Stamm („cervical cord“) vereinigen, der auch mit einem hinter dem vierten Visceralaste abgehenden Muskelzweige des Vagus eine Anastomose bildet.

Zu ähnlichen Resultaten kommt, ohne Jackson and Clarke's Arbeit zu kennen, zehn Jahre später Onodi (1886 p. 326—328). Er vertheilt die von ihm untersuchten Haie in drei Kategorien. Bei der ersten existiren drei (*Hexanchus*, *Heptanchus*) oder ein (*Lamna*) occipitaler Nerv, welche sich bei den Notidaniden mit den vier, bei

Lamna mit den acht ersten Spinalnerven zu einem Plexus verbinden und mit ihnen die ventrale Längsmuskulatur versorgen. Bei der zweiten Kategorie (*Acanthias*, *Scyllium*) fehlen diese Occipitalnerven; lediglich die drei (*Scyllium canicula*) oder fünf ersten (*Acanthias*, *Scyllium catulus*) Spinalnerven bilden den erwähnten Plexus, der aber eine peripherische Anastomose mit dem Ramus intestinalis nervi vagi eingeht, auch ausser der ventralen Längsmuskulatur bei *Scyllium catulus* mit einem Zweig den M. constrictor superficialis versorgt. Bei der dritten, durch *Carcharias* repräsentirten Kategorie endlich fehlen occipitale Nerven und die peripherische Anastomose mit dem Vagus gänzlich; die 11 ersten Spinalnerven verbinden sich zur Versorgung der ventralen Längsmuskulatur.

Das unverkennbare Verdienst der Arbeiten Onodi's liegt in dem Nachweise, dass die occipitalen Nerven an der Versorgung der ventralen Längsmuskeln des Visceralskeletes sich betheiligen und dass mit ihnen noch eine grössere Anzahl von Spinalnerven einen Plexus bildet, der sich schliesslich auch in der genannten Muskulatur verästelt. Irrthümlich ist aber, dass diese occipitalen Nerven vielen Haien fehlen sollen; ferner wird auf die peripherische Anastomose mit dem R. intestinalis n. vagi zu viel Gewicht gelegt, und endlich geschieht die Versorgung des Constrictor superficialis nicht durch die Spinalnerven, sondern durch Vaguszweige, welche denselben durch die angegebene Anastomose beigemengt wurden.

Gegenbaur (1887 p. 63 f.) übernimmt die Resultate der Untersuchungen von Jackson and Clarke sowie von Onodi, durch welche verschiedene Irrthümer der Angaben von Stannius richtig gestellt wurden, und betont die nähere Stellung der Occipitalnerven zu den Spinalnerven; das Gleiche thut Ewart (1889 p. 534—537). Mollier (1893 p. 152) hebt in kurzer Bemerkung hervor, dass die beiden ersten Spinalnerven von *Torpedo* dem Hypoglossus-Gebiet angehören.

Meine Arbeit (1895 p. 129 f.) bildet die Fortsetzung der genannten Untersuchungen der englischen und des ungarischen Autors. Ich fand bei zahlreichen Selachiern und den Holocephalen Plexusbildungen zwischen occipitalen und spinalen Nerven und konnte nachweisen, dass von den diesem Plexus entstammenden Zweigen nicht nur die ventrale Längsmuskulatur, sondern auch die Mm. subspinalis und interbasales versorgt werden.

Soweit die bisherige Kenntniss.

Nach ihrem Austritte aus der Schädelwand wenden sich die occipitalen Nerven durchweg oder zum grössten Theile nach hinten (caudalwärts) und gehen mit den auf sie folgenden spinalen Nerven eine Plexusbildung ein. Sie liegen hierbei von der Rumpfmuskulatur bedeckt, z. Th. auch in sie eingegraben, auf dem horizontalen Bindegewebsseptum, welches sich zwischen den einzelnen Rippen erstreckt und dieselben mit einander verbindet.

Dieser von den occipitalen und spinalen Nerven gebildete Plexus ist in seiner Lage zunächst, im Bereiche einer bei den verschiedenen Haien sehr wech-

selnden Anzahl von Metameren, an die Rumpfmuskulatur gebunden, indem er in dem lateralen Abschnitte derselben in vorwiegend longitudinaler Richtung nach hinten verläuft, und zwar parallel zu dem lateral von ihm caudalwärts ziehenden Hauptstamm des N. vagus und seiner Fortsetzung, dem R. intestinalis, aber bedeckt von dem Ramus lateralis dieses Nerven (*R.lt.vg*, Taf. II Figg. 2, 5). Weiterhin, in einiger Entfernung vor dem Schultergürtel, tritt der Plexus (Plexus cervico-brachialis unter der Rumpfmuskulatur, speziell unter der ventralen (durch den R. lateralis nervi vagi von der dorsalen Hauptmasse abgetrennten) Abtheilung derselben, die M. levator scapulae[1]) heissen mag, in latero-caudal gerichtetem Verlaufe hervor, wobei er successive noch weitere Spinalnerven aufnimmt, und überkreuzt nun den Hauptstamm (Ramus branchio-intestinalis) des Vagus, der mit seinen intestinalen Aesten caudalwärts zieht, um bedeckt von dem Schultergürtel zu den Eingeweiden zu gelangen. Der Plexus liegt bei dieser Ueberkreuzung stets oberflächlich, dorsal von dem Vagus und kann dabei mit ihm in mehr oder minder inniger Bindegewebsverbindung stehen (s. unten). Zugleich theilt sich hier, während oder nach der Ueberkreuzung, der Plexus in den hinteren Theil, welcher unter dem Schultergürtel zu der vorderen Extremität zieht, sie mit einem wechselnden Multiplum noch weiterhin sich dazu gesellender Nerven versorgend (Plexus brachialis seu pterygialis, Pl. br.), und den vorderen Theil, welcher zwischen Schultergürtel und Kiemenskelet im Bogen nach vorn und unten (also ventro-rostralwärts) zu der hypobranchialen spinalen Muskulatur des Visceralskeletes (Mm. coraco-arcuales) verläuft und nun in der Tiefe derselben in vorwiegend longitudinaler Richtung rostralwärts bis zu ihrem vorderen Ende zieht. Diese vordere, praezonale Abtheilung des gemeinsamen Plexus, welche somit von dem Anfange bis zu dem Ende ihres Verlaufes einen langgestreckten, die Kiemenregion hinten umkreisenden und durch ihre caudale Verschiebung auch bedingten (Gegenbaur) Bogen bildet, mag entsprechend der Bezeichnung bei den höheren Wirbelthieren Plexus cervicalis heissen. Sie kommt bei der folgenden Darstellung allein in Frage (vergl. über den Verlauf: Taf. II Figg. 1, 2, 3, 5 und Taf. IV Figg. 1, 2).

Bei den Holocephalen tritt an die Stelle des lang ausgezogenen Bogens des Plexus cervicalis der Selachier ein ganz flacher Bogen, indem hier der Plexus cervico-brachialis, zu Folge der rostralwärts erfolgten Zusammenschiebung der Kiemen und der damit zusammenhängenden Vorwärtswanderung der Brustflosse, sehr verkürzt ist und in einer der Transversalen nahe kommenden Richtung ventralwärts zu seinen Endgebieten verläuft (cf. Taf. IV Figg. 4, 6).

Die Zusammensetzung des Plexus cervicalis resp. der ihm entsprechenden Nervengebiete[2]) aus occipitalen (*v* bis *z*), occipito-spinalen (*a*, *b*) und spinalen

1) Des Weiteren verweise ich auf die in der Folge gemachten Ausführungen über die Seitenrumpfmuskeln.

2) Wie weiter unten (p. 394) ausgeführt werden wird, tritt der vorderste occipitale Nerv nicht immer in wirklichen Plexus-Verband mit den hinteren, sondern gelangt auch direkt, ohne Anastomose, zu seinem Endgebiete.

Wurzeln (1, 2 u. s. f.) wurde bei den untersuchten Thieren folgendermaassen gefunden; ich gebe hierbei die Aufeinanderfolge nicht nach der Anzahl der occipitalen Nerven, welche nach den früheren Darlegungen (p. 359) eine selbstverständliche ist, sondern nach der Anzahl der spinalen Nerven[1]):

y, z, a, b	*Chimaera, Callorhynchus* (geringer Antheil von *b*, Taf. IV Figg. 2, 4, 5), *Spinax* (Haupttheil von 2, Taf. III Fig. 7).
x, y, z, 1, 2, 3^{c}	*Acanthias.*
x, y, z, 1, 2, 3^{c}	*Cestracion.*
v, w, x, y, z, 1, 2, 3	*Hexanchus, Heptanchus.*
w, x, y, z, 1, 2, 3	*Hexanchus, Heptanchus* (Taf. II Fig. 1).
x, y, z, 1, 2, 3	*Cestracion.*
y, z, 1, 2, 3	*Laemargus* (Taf. II Fig. 2).
v, w, x, y, z, 1, 2, 3, 4^{c}	*Hexanchus* (1 mal).
w, x, y, z, 1, 2, 3, 4^{c}	*Heptanchus* (1 mal).
x, y, z, 1, 2, 3, 4^{c}	*Rhina* (Taf. III Fig. 12).
y, z, 1, 2, 3, 4^{c}	*Scymnus Ar* (Taf. III Fig. 5), *Laemargus* (Taf. III Fig. 3).
x, y, z, 1, 2, 3, 4	*Scyllium.*
y, z, 1, 2, 3, 4	*Scymnus Al.*
x, y, z, 1, 2, 3, 4, 5^{c}	*Centrophorus* (Taf. III Fig. 6), *Scyllium* (Taf. III Fig. 8).
x, y, z, 1, 2, 3, 4, 5^{c}	*Mustelus* (1 mal, Taf. III Fig. 10).
y, z, 1, 2, 3, 4, 5^{c}	*Mustelus* (Taf. IV Fig. 1), *Galeus.*
x, y, z, 1, 2, 3, 4, 5	*Scyllium.*
y, z, 1, 2, 3, 4, 5	*Mustelus.*
x, y, z, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8^{c}(?)	*Prionodon* (Taf. III Fig. 11).
y, z, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8^{c}, 9^{c}	*Odontaspis* (Taf. III Fig. 9).
z, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7^{c}, 8^{c}, 9^{c}, 10^{c}	*Torpedo juv.*[2]).
z, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8^{c}, 9^{c}, 10^{c}	*Rhinobatus.*
z, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7^{c}, 8^{c}, 9^{c}, 10^{c}, 11^{c}	*Torpedo juv.* (Taf. II Figg. 3, 4)[2]).
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9^{c}, 10^{c}, 11^{c}	*Raja* (Taf. II Figg. 5, 6)[2]).
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8^{c}, 9^{c}, 10^{c}, 11^{c}, 12^{c}	*Torpedo*[2]).
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9^{c}, 10^{c}, 11^{c}, 12^{c}	*Raja.*
2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10^{c}, 11^{c}, 12^{c}	*Raja.*

1) Mit *v, w, x, y, z* sind in der Tabelle die occipitalen, mit *a, b* die occipito-spinalen, mit 1. 2. 3 . . . . . 12 die freien spinalen Nerven bezeichnet. Ein den Zahlen beigefügtes *c* bedeutet, dass lediglich Hautäste (Rr. cutanei) der betreffenden Nerven sich dem Plexus cervicalis beimengen; die Zahlen ohne diese Beifügung drücken aus, dass motorische und sensible Antheile dieser Spinalnerven am Plexus theilnehmen. — In die hier angegebenen Zahlen passen die von ONODI (1886) mitgetheilten, soweit *Hexanchus* (mit 3 Spinalnervenwurzeln), *Scyllium catulus* (mit 5 Sp.) und *Lamna* (mit 8 Sp.) in Frage kommen, ziemlich gut hinein. Dagegen ist die Differenz, einerseits bei *Scyllium canicula*

Aus dieser Zusammenstellung resultirt die geringste Gesammtzahl von Wurzeln (4) bei den Holocephalen, eine mittlere in weiten Extremen (4—11) bei den Haien, die grösste (10—12) bei den untersuchten Rochen. Und zwar finden sich unter den Haien die kleineren Zahlen (4—6) bei den *Spinacidae* (excl. *Centrophorus*) und *Cestraciontidae*, die mittleren (7—9), bei den *Notidanidae* (bei welchen die occipitalen Nerven die spinalen zumeist an Zahl übertreffen oder ihnen höchstens gleichkommen), sowie bei *Centrophorus*, den *Scylliidae*, *Mustelus* und *Galeus*, endlich die grösseren Zahlen (10, 11) bei *Odontaspis* und *Prionodon* (mit beträchtlich überwiegender Betheiligung der Nn. spinales). Die systematische Bedeutung dieser Zahlen ist unverkennbar.

Auf die numerische Betheiligung speziell der occipitalen Nerven am Plexus cervicalis braucht hier nicht wieder eingegangen zu werden; sie fällt zusammen mit den bereits oben (p. 359 f.) gegebenen Darlegungen über die Zahl dieser Nerven überhaupt.

Die numerische Betheiligung speziell der Spinalnerven am Plexus cervicalis ist die geringste (2 occipito-spinale) Nerven bei den Holocephalen, eine mittlere (2—9 Spinalnerven) bei den Haien, die beträchtlichste (9—12 resp. 9—15, s. diese Seite Anm. 2 bei den Rochen, — somit die gleiche Reihenfolge, wie oben hinsichtlich der Gesammtzahlen der Plexuswurzeln mitgetheilt wurde. Unter den Haien wiederum sind die tiefer stehenden Familien der *Notidanidae*, *Spinacidae* (excl. *Centrophorus*) und *Cestraciontidae* durch die geringere (2—4), die höheren der *Scylliidae* ex p., *Lamnidae* und *Carchariidae*, aber auch der tiefer stehende *Centrophorus*, durch die grössere Antheilnahme (5—9) gekennzeichnet, — somit Verhältnisse, die z. Th. den oben für die Gesammtzahl angegebenen entsprechen, zugleich aber eine noch bessere Parallele zu der systematischen Stellung der genannten Familien abgeben als jene.

Es lag nahe, die geringere oder grössere Antheilnahme der gesammten oder wenigstens der spinalen Plexuswurzeln zu der geringeren oder grösseren Entfernung des Schultergürtels vom Kopfe in Zusammenhang, wenn nicht in einen gewissen Causalnexus zu bringen. Zu diesem Zwecke habe ich die zwischen beiden liegenden Myomeren der Seitenrumpfmuskulatur gezählt resp. zu zählen versucht.

An der hier befindlichen Muskulatur, die nicht bloss von Zweigen spinaler, sondern auch von solchen occipitaler Nerven versorgt wird, sind eine dorsale und eine

(mit 3 Sp.), andererseits bei *Heptanchus* (mit 5 Sp.), *Acanthias* (mit 5 Sp.) und *Carcharias* (mit 11 Sp.) eine zu erhebliche, als dass sie auf individuelle Variirungen zurückgeführt werden könnte. Ich kann nur annehmen, dass hier Onodi im ersten Falle (*Scyllium canicula*) die hintere resp. die hinteren Wurzeln übersah, in den letzteren (*Heptanchus*, *Acanthias* und *Carcharias*) aber die zum Plexus brachialis gelangenden Zweige nicht gut genug von dem Plexus cervicalis abtrennte.

2) (Zu p. 384 gehörend.) Auf den eigentlichen Plexus von *Torpedo* folgen auch einige sensible Wurzeln (11—13 resp. 12—15), welche in grösserer Selbständigkeit, aber doch noch vor dem Brustgürtel verlaufend zur Haut knapp vor oder auf dem Brustgürtel treten. Der entsprechende Sammelast von *Raja* (9—11) verschmilzt schliesslich mit dem Hauptstamme und wurde daher hier dem Plexus cervicalis zugerechnet.

ventrale Abtheilung zu unterscheiden, welche durch den Ramus lateralis nervi vagi[1]) von einander gesondert werden. Die dorsale, sehr mächtige Abtheilung kann man wieder in eine obere dorsale (*d*, *Md*) und eine untere dorso-laterale (*dl*, *M.dl*) Zone eintheilen, welche kontinuirlich mit einander zusammenhängen, aber sich darin unterscheiden, dass die erstere (*d*, *M.d*, Taf. II Fig. 2, Taf. IV Fig. 1) dorsal von dem oberen Ende der Scapula intakt vorbeizieht, die letztere (*dl*, *M.dl*, Taf. II Fig. 2, Taf. IV Fig. 1) dagegen zu einem grösseren oder geringeren Theile mit ihr in Verband steht[2]). Die ventrale Abtheilung ist erheblich schwächer als die dorsale, übrigens bei den verschiedenen Selachiern und den Holocephalen von sehr wechselnder Stärke (recht schwach bei *Centrophorus*, *Laemargus*, *Cestracion*, von mittlerer Grösse bei den übrigen Selachiern); sie beginnt stets schmal und sehnig vom Schädel oder direkt hinter ihm und wird nach hinten zu, bis zur Anheftung an die Scapula[3]) successive fleischiger und kräftiger. Sie enthält in sich die Elemente der Mm. levator scapulae, scaleni und intertransversarii ventrales der höheren Wirbelthiere und mag — pars pro toto — M. levator scapulae (*ls*, *M.ls*, Taf. II Fig. 2) heissen.

Die Zahl der Myomeren der dorsalen Abtheilung — für die dorsale Zone *d* galt das von der dorso-rostralen Spitze resp. Ecke der Scapula ausgehende Septum, für die dorso-laterale Zone *dl* die Scapula selbst als hintere caudale Grenze — wurde bei den daraufhin untersuchten Haien bestimmt für *d* zu:

9. *Spinax*, *Cestracion*,
10. *Laemargus*, *Cestracion*,
11. *Scyllium*,
12. *Mustelus*,
13. *Centrophorus*, *Acanthias*, *Scymnus*,
14. *Centrophorus*,
15. *Rhina*,

---

1) Derselbe tritt bald ziemlich weit vorn (im Bereiche des 2.—4. Myomers, so bei *Acanthias, Scymnus, Mustelus*), bald in mittlerer Entfernung vom Schädel (im Bereiche des 5.—7. Myomers bei *Hexanchus, Heptanchus, Scyllium*), bald noch weiter hinten (im Bereiche des 8.—10. Myomers bei *Hexanchus* individuell, *Rhina*) zwischen die dorsale und ventrale Rumpfmuskulatur ein.

2) Dieser Verband mit dem Schultergürtel, der bei den Holocephalen und Rochen eine grössere Ausdehnung besitzt als bei den Haien, ist bemerkenswerth, weil er den höheren Abtheilungen der Wirbelthiere abgeht, bei denen der Schultergürtel lediglich mit der ventralen, d. h. von ventralen Aesten der Spinalnerven versorgten Muskulatur (mag sie auch sekundär in eine ganz dorsale Lage gekommen sein) zusammenhängt. Ich deute den Zusammenhang der Scapula der Selachier und Holocephalen mit der dorso-lateralen Muskulatur als einen sekundären, mit der sekundären Ausdehnung des Schultergürtels in das dorsale Rumpfmuskelgebiet zu Stande gekommenen, und finde die Causa movens für diese Ausdehnung in der mehr oder minder mächtigen Entfaltung der im Wasser agirenden Brustflosse, die dann natürlich eines kräftigeren und ausgedehnteren Trägers bedurfte. Bei *Cestracion* und namentlich bei den Holocephalen scheint dieser dorsale Verband mit die höchste, übrigens bereits wieder auf dem Wege der Rückbildung begriffene, Entwickelungsstufe erreicht zu haben. In anderer, aber noch weiter fortgeschrittener Richtung gilt dies von dem Schultergürtel der Rochen, der selbst mit der Wirbelsäule in direkten Konnex tritt. Aehnliches findet sich bekanntlich auch bei höheren Vertebraten (gewisse Pterosaurier: *Pteranodon*).

3) Diese Anheftung gilt nur hinsichtlich der oberflächlichen Lage des Levator scapulae und kann unter Umständen (z. B. bei *Rhina*) eine so lose sein, dass man kaum von einer Insertion an der Scapula sprechen kann. Der tiefe Theil des Muskels (resp. bei *Rhina* der ganze Muskel) zieht, von der Scapula ununterbrochen, nur bedeckt von ihr, caudalwärts weiter nach hinten.

16. *Galeus*,
17. *Hexanchus*,
18. *Hexanchus*, *Heptanchus*, *Odontaspis*,
19. *Prionodon*,

und für *dl* in meistens damit übereinstimmender, mitunter aber auch um 1 Myomer abweichender Anzahl[1].

Die Bestimmung der Myomeren-Zahl für den Levator scapulae (*ls*) unterlag wegen der oft sehr weitgehenden sehnigen Reduktion des vorderen Theiles desselben und wegen der hier meist schräg-longitudinalen Anordnung der Septen grösseren, durch die gewöhnliche Untersuchung erwachsener Thiere oft nicht zu bewältigenden Schwierigkeiten, wollte man nicht den bezüglichen Muskel ganz und gar abtragen und in feine Schnitte zerlegen. Es konnten daher oft das erste und mitunter selbst die beiden ersten Myomeren nicht sicher gezählt und unterschieden werden, waren somit als ganz zweifelhaft in Abzug zu bringen. Des Weiteren ergab die meist[2] ascendente, d. h. von oben und hinten nach unten und vorn (ventro-rostralwärts) absteigende, Stellung der Scapula auch am hinteren Ende des Muskels nicht selten eine Verminderung um 1—3 Myomeren gegenüber der dorso-lateralen Zone des Seitenrumpfmuskels. Danach wurde die folgende — also nicht allenthalben ganz zuverlässige — Reihe für *ls* gefunden:

7—8. *Cestracion*,
8. *Spinax*, *Laemargus*,
9. *Acanthias*,
10. *Centrophorus*, *Acanthias*, *Scymnus*, *Scyllium*,
11. *Scyllium*, *Mustelus*,
12—13. *Galeus*,
15. *Hexanchus*, *Odontaspis*,
16. *Hexanchus*, *Heptanchus*,
17. *Heptanchus*,
25—26. *Prionodon*.

Für die Rochen war diese Zählung der Myomeren nicht durchführbar, da dieselben in dem bezüglichen Bereiche zu grosse Umwandlungen eingegangen waren. Dieselben beruhten auf einer sehr beträchtlichen Verminderung, Verschmelzung und Verlagerung der ursprünglichen Myomeren, derart, dass bei *Torpedo* jedwede sicheren Grenzen innerhalb *d* vermisst wurden, bei *dl*, welches daneben weit ventralwärts gewuchert war, aber nur 3 bis 4 gut abgegrenzte, Myomeren vergleichbare, nach ihrer ganzen Bildung jedoch als sekundär zu beurtheilende Bildungen aufgefunden werden konnten, *ls* endlich als ein auf das hintere Drittel der betreffenden Strecken beschränkter einheitlicher Muskel sich darbot. Bei *Raja* waren zahlreichere Myo-

---

1) Hierbei meist um ein Myomer kleiner in Folge von partieller Reduktion des ersten Myomers; bei *Rhina* um ein Myomer grösser.

2) *Cestracion* und *Rhina* mit transversal stehender Scapula bilden eine Ausnahme.

meren (4—7) in *d* und *dl* ziemlich gut nachweisbar; dieselben waren jedoch mit den sie trennenden Septen in einer longitudinalen Richtung angeordnet, so dass die Erkenntniss, was hierbei als primär, was als sekundär zu beurtheilen, was endlich ausgefallen oder verschmolzen sei, an dem ausgebildeten Thiere nicht ohne Weiteres gewonnen werden konnte. Hier hat die Ontogenie ein Erfolg versprechendes Feld vor sich. Die Zahl der zwischen dem Ende des Schädels und dem vorderen Rande der Scapula entspringenden Spinalnerven betrug bei *Torpedo*, *Rhinobatus* und *Raja* 19—21.

Auch bei den Holocephalen gelang es wegen zu grosser Abweichung von den ursprünglichen Verhältnissen — auch hier zeigten die Myomeren von *d* und *dl* eine der longitudinalen Richtung sich nähernde Schrägstellung — nicht, zu ganz sicheren Ergebnissen zu kommen. Die Zahl der Myomeren wurde hier approximativ zu 3—4 bestimmt; der Levator scapulae bot sich als ziemlich ansehnlicher Muskel in der Länge von 2—3 Myomeren, aber ohne jede septale Scheidung, sondern von durchaus einheitlichem Bau, wie bei den höheren Vertebraten, dar. Offenbar handelt es sich hierbei um sekundäre Verschmelzungsprocesse von einstmals gut gesonderten Myomeren.

Eine Vergleichung der Anzahl der Plexuswurzeln mit der Anzahl der zwischen Schädel und Scapula erstreckten Myomeren des Seitenrumpfmuskels auf Grund der angeführten Beobachtungen führte zu keinen Ergebnissen, die direkt für einen intimeren Causalnexus zwischen beiden Faktoren verwerthet werden könnten. Bei der Mehrzahl der untersuchten Haie erwies sich die Zahl dieser Myomeren um 6—10 grösser als die Zahl der spinalen Plexuswurzeln, resp. um 4—8 grösser als die Gesammtzahl aller Wurzeln des Plexus cervicalis — also schon an sich in recht weitem Spielraume. Bei anderen Haien war diese Differenz noch weit erheblicher: 11 bei *Galeus* und *Rhina*, 13—15 bei den Notidaniden, 22 bei *Prionodon* für die spinalen und 9—11 bei den Notidaniden und *Galeus*, 18 bei *Prionodon* für die sämmtlichen (occipitalen und spinalen) Wurzeln des Plexus. Man wird diese Befunde besser zu Gunsten einer zwischen den Myomeren des Seitenrumpfmuskels und den Wurzeln des Plexus cervicalis bestehenden Diskrepanz verwerthen.

Ein gewisses Interesse bietet das Verhalten der Wurzeln des Plexus cervicalis zu denen des Plexus brachialis dar.

Der Plexus brachialis nimmt seinen Anfang mit folgenden spinalen resp. occipito-spinalen Nerven:

a (= 1). *Chimaera*, *Callorhynchus*.
2. *Spinax* (Spur von 2), *Acanthias* (feiner Faden)[1], *Squatina*, *Torpedo* (Spur).

1) Ganz das Gleiche fand auch BRAUS (1892 p. 9—11) bei *Acanthias*.

3. *Hexanchus* (kleiner Theil von 3), *Heptanchus* (kleiner Theil), *Acanthias*, *Scymnus*[1]), *Laemargus*, *Cestracion*, *Torpedo*, *Rhynchobatus*.
4. *Scyllium*, *Mustelus*.
5. *Prionodon*.
6. *Prionodon*.
7. *Odontaspis*[1]).

Die Scheidung beider Plexus ist bei frischen und ziemlich frischen Exemplaren, sowie bei jüngeren Thieren leicht durchzuführen, kann aber bei länger oder mässig konservirten Stücken, sowie bei älteren Thieren und namentlich da, wo viele Spinalnerven sich in beide Plexus theilen, recht erheblichen Schwierigkeiten begegnen. Zur Auflockerung und Aufhellung des verbindenden Bindegewebes erwiesen sich die gebräuchlichen verdünnten Lösungen von Essigsäure und namentlich von Ameisensäure oft sehr zweckmässig. Hauptsache aber ist, dass diese Scheidung bei möglichst starker Lupenvergrösserung (ich wandte dazu in der Regel 15—20fache Vergrösserungen an) ausgeführt wird, da man andernfalls stets Gefahr läuft, feine Nervenfaserkomplexe oder einzelne Nervenfasern, welche von dem einen zu dem anderen Plexus laufen, zu zerschneiden resp. zu zerreissen und diese Verletzungen gar nicht zu merken. Eine weitere Kautele beruht darauf, dass man beide Plexus nicht von der Peripherie nach dem Ursprunge zu trennt — eine Art der Technik, die a priori als gegeben erscheint, aber meist erheblichere Verletzungen der Plexuswurzeln zur Folge hat —, sondern dass man alle diese Scheidungen vom Ursprung der Wurzeln aus, ihrem Verlaufe peripherwärts folgend, mit Geduld und Vorsicht vollzieht. Das Gleiche gilt für die Zerlegung jedes Plexus von seinen einzelnen Wurzeln ab bis zu seinen Endverzweigungen.

Wie die mitgetheilten Tabellen zeigen, herrschen hinsichtlich der Aufeinanderfolge beider Plexus erhebliche Variirungen, und zwar ergiebt der Vergleich, dass sich an der gemeinschaftlichen Versorgung beider Plexus betheiligen[2]):

Ein Nerv: *Spinax* (N. spinalis 2); *Hexanchus*, *Heptanchus*, *Acanthias*, *Cestracion* (3); *Scyllium* (4).

Zwei Nerven: *Chimaera*, *Callorhynchus* (*a*, *b*); *Acanthias* (2, 3); *Hexanchus*, *Heptanchus*, *Scymnus*, *Laemargus* (3, 4).

Drei Nerven: *Rhina* (2, 3, 4); *Prionodon* (5, 6, 7 resp. 6, 7, 8?); *Odontaspis* (7, 8, 9).

Acht Nerven: *Torpedo*, *Rhynchobatus* (3—10).

Neun Nerven: *Torpedo* (2—10 resp. 3—11); *Raja* (3—11).

Zehn Nerven: *Raja* (3—12).

---

1) Ganz das Gleiche fand auch Braus (1892, p. 9—11) bei *Scymnus* und *Odontaspis*.

2) Berücksichtigt man von dem Plexus cervicalis nur die motorischen Aeste, so vermindert sich die Zahl der gemeinschaftlichen Nervenwurzeln Bei *Acanthias e. p.* kommt es dann zu einer direkten Aufeinanderfolge der beiden Plexus, ohne dass ein Nerv gemeinschaftlich wäre; in den meisten Fällen sind bei den Haien nur ein Nerv, seltener zwei (*Rhina*, *Prionodon*) oder drei (*Prionodon*) gemeinschaftlich. Bei den Holocephalen participiren zwei, bei den untersuchten Rochen 4—7 Nerven gemeinschaftlich an der motorischen Versorgung beider Geflechte.

Daraus resultirt, dass bei den Haien und Holocephalen nur wenige Nerven (1—3) gemeinschaftlich an der Versorgung beider Plexus participiren, dass hier somit beide Plexus in der Hauptsache aufeinanderfolgen, während bei den Rochen die Zahl der gemeinschaftlichen Nervenwurzeln eine erheblich grössere ist (8—10), somit hier eine ausgedehnte Deckung beider Geflechte statthat; stets decken hierbei die den Plexus brachialis bildenden Antheile in der Hauptsache diejenigen des Plexus cervicalis, erstere bilden somit die mehr dorsale, letztere die mehr ventrale Lage des gemeinschaftlichen Plexus-Abschnittes. Die Holocephalen mit nur zwei gemeinsamen Nerven liegen, wenn man nur die absoluten Wurzelzahlen berücksichtigt, innerhalb der Haie, aber bei der grossen Kürze ihres Plexus cervicalis ist die grössere hintere Hälfte seiner Wurzeln ihm und dem Brustflossengeflecht gemeinschaftlich; man wird ihnen daher — in dieser Hinsicht — eine relative Mittelstellung zwischen Haien und Rochen geben können.

Dieses differente Verhalten coincidirt im Wesentlichen mit dem geringeren oder grösseren Grad in der Ausbildung der vorderen Extremität: Bei den Haien mit mässiger Entwickelung der Brustflosse besteht in der Hauptsache Aufeinanderfolge der beiden Plexus, und ich bin geneigt, in dieser Anordnung den primitiveren Zustand zu erblicken; bei den Holocephalen mit stark nach vorn gerückter Brustflosse vermengt sich im Bereiche der occipito-spinalen Nerven das cervicale und pterygiale Plexusgebiet; bei den Rochen mit ihrer an sich ziemlich weit hinten (caudal) liegenden, aber mächtig nach vorn (rostralwärts) entfalteten Brustflosse hat sich auch der Plexus brachialis in ansehnlichem Grade nach vorn vergrössert, und darum deckt er den wegen der mehr hinteren Lage der Flosse nach hinten ausgedehnten Plexus cervicalis in grosser Ausdehnung[1]. Auch innerhalb

1) Es ist hier nicht der Ort, diesen Theil der Extremitätenfrage des Genaueren zu behandeln; nur einige Bemerkungen hierüber mögen gegeben werden.

Vorausgeschickt sei, dass ich Anhänger der Extremitätentheorie Gegenbaur's bin, dass keine der in den letzten Decennien erfolgten Veröffentlichungen mich von der Verkehrtheit dieser Theorie und von der Richtigkeit der von den Gegnern vertretenen Anschauungen überzeugen konnte.

Mit Gegenbaur leite ich Schultergürtel und vordere Extremität resp. Brustflosse wie Beckengürtel und hintere Extremität resp. Bauchflosse von hinteren Visceralbogen und ihren Radien ab und finde unter allen bekannten Flossen in der biserialen von *Ceratodus* diejenige Form, welche dem primordialen Archipterygium am nächsten steht. Das, wie die Kiemenradien, ursprünglich mit seiner Fläche senkrecht gestellte Archipterygium ist successive unter Verlust seiner primordialen cerebralen Muskeln mehr und mehr in den Bereich der spinalen Muskulatur gekommen, die nicht nur seines Gürtels sich bemächtigte — so weit sie nicht schon von Anfang an damit in Verband stand (epibranchiale und hypobranchiale spinale Muskulatur) —, sondern auch unter zahlreichen zunehmenden Aberrationen die freie Extremität (Flosse) mit spinalen Muskelelementen versah. Mit diesen Umwandlungsprocessen verband sich naturgemäss eine Wanderung nach hinten, zugleich aber auch eine allmähliche Drehung der freien Extremität, die nun, in Anpassung an ihre neu gewonnenen Funktionen als Ruderorgan, nicht mehr die ursprüngliche senkrechte Lage festhielt, sondern mehr und mehr nach der wagrechten, horizontalen inklinirte. Damit war aber hinwiederum die leichtere Möglichkeit einer Verbreiterung — jetzt nicht mehr in dorso-ventraler, sondern in rostro-caudaler Ausdehnung — gegeben, und diese vollzog sich, je nach den geringeren oder grösseren Aufgaben, welche an die Leistungsfähigkeit der Extremität gestellt wurden, zugleich unter einer geringeren oder grösseren metameren Vermehrung der an sie herantretenden und auf sie übergewanderten Muskeln und der dieselben versorgenden Spinalnerven, d. h. unter einer verschiedengradigen Vergrösserung des Plexus pterygialis.

Anfangs aus nur ganz wenigen Wurzeln bestehend, konnte derselbe noch mit der Erhöhung der Funktionen

der Haie und der Rochen kann man im Grossen und Ganzen — nicht ohne gewisse Ausnahmen — die wechselnde Ausbildung der Brustflosse zu der verschiedengradigen Deckung der Geflechte an ihren gegenseitigen Grenzen in Verband bringen; doch sind die wenigen vorliegenden Untersuchungen zur detaillirten Beweisführung nicht ausreichend.

Die Stärke der einzelnen Wurzeln des Plexus cervicalis ist im Allgemeinen eine von vorn (rostral) nach hinten (caudalwärts) zunehmende; mit der einzigen, schon oben (p. 358) erwähnten Ausnahme von *Hexanchus Dr* (Taf. III Fig. 2), wo *y* etwas kräftiger als *z* war — während die linke Seite normale Verhältnisse darbot —, gilt das für die occipitalen Wurzeln. Die spinalen Wurzelantheile dagegen nehmen im Allgemeinen caudalwärts ab; der letzte oder die letzten in ihn eintretenden spinalen Nerven, die sich in die Versorgung des Plexus cervicalis und brachialis theilen (p. 389), somit nur zum Theil in den Plexus cervicalis eingehen, schicken dementsprechend zumeist schwächere Antheile in den Plexus cervicalis als die vorhergehenden, ganz in ihm aufgehenden Nerven. Der hierbei zu beobachtende Wechsel ist gross, aber nicht bemerkenswerth genug, um in extenso mitgetheilt zu werden. Sehr instruktiv sind die Rochen mit ihrer über viele Nerven (p. 389) erstreckten gemeinsamen Versorgung beider Plexus: die successive Abnahme der Dicke der cervicalen und die successive Zunahme der Dicke der brachialen Antheile von vorn nach hinten (caudalwärts) ist hier sehr gut zu verfolgen (vergl. auch Taf. IV Figg. 4, 6).

Wie oben (p. 368 ff.) ausgeführt worden, entsprechen die occipitalen Nerven ventralen motorischen Wurzeln der Spinalnerven; nur ausnahmsweise (Notidaniden,

---

und mit der grösseren Verbreiterung der Extremität zu einem sehr vielwurzeligen Gebilde anwachsen, — er konnte aber auch unter sekundärer Verminderung der Leistungen und unter Verkleinerung der Extremität wieder auf eine geringere Wurzelzahl zurückgehen. Dipnoer, Amphibien und die Vorfahren der Amnioten mögen wohl niemals eine breite Extremität und einen vielwurzeligen Plexus besessen haben; bei den höheren Formen derselben wurde erst nach und nach innerhalb der ihrer Wurzelzahl nach beschränkten Plexusbildungen eine höhere Komplikation der von ihnen versorgten muskulösen Endorgane und damit allerdings eine einseitige Höhe der Entwickelung gewonnen, die in ihrer Art qualitativ alle anderen entsprechenden Einrichtungen übertrifft. Anders bei den als ausgezeichnete Schwimmer und Raubfische bekannten Selachiern; hier wurde — namentlich an der vorderen Extremität — sehr frühzeitig eine Verbreiterung derselben und eine Vermehrung der Wurzeln ihres Plexus erreicht, die in der Regel weit über die bei den zuvor erwähnten Thieren beobachteten Maasse hinausgeht, und unter den Selachiern sind es wiederum die Rochen, welche das höchste Extrem von Flossen-Verbreiterung und Plexuswurzel-Vermehrung darbieten.

Mit allen diesen Veränderungen sind die mannigfaltigsten Variirungen in der Rumpflage der Extremität und in der mehr rostralwärts oder mehr caudalwärts gehenden Vermehrung und Ausdehnung ihrer Plexuswurzeln verbunden. Eine Theilerscheinung dieser nach vorn gehenden Wurzelvermehrung der vorderen Extremität bildet aber die weniger oder mehr ausgedehnte Gemeinsamkeit oder Deckung der Wurzeln des Plexus cervicalis und brachialis. Auch die Holocephalen mit ihrer Vorwärtswanderung der vorderen Extremität zeigen damit im Causalnexus stehende Beziehungen beider Plexus.

Auf alle diese Verschiebungen und Wanderungen mit ihren korrelativen Folgen ist hier indessen nicht weiter einzugehen; ich verweise dieserhalb auf meine früheren Ausführungen (1879 p. 344—355) und auf den obigen Text. Regressive Bildungsgänge und wie bei den Holocephalen rostralwärts erfolgende Wanderungen der vorderen Extremität führten zu den Verhältnissen bei den Ganoiden und Teleostiern, von denen noch später zu sprechen ist.

Cestracion individ.) findet sich eine zu z^v gehörende dorsale sensible Wurzel z^d von meistens grosser Feinheit, welche durch den Schädel oder das Intercrurale I nach aussen geht. Auch bei dem ersten Spinalnerven (*1*) tritt der sensible Abtheil 1^d noch gegen den motorischen 1^v zurück: entweder ist hier eine schwache (*Hexanchus*, Taf. I Figg. 1—4, Taf. III Figg. 1, 2; *Heptanchus*, Taf. I Figg. 5, 6; Taf. II Fig. 1: *Cestracion*, Taf. I Fig. 10) oder eine sehr schwache (*Laemargus* individ.; *Prionodon*, Taf. 1 Fig. 11, Taf. III Fig. 11) sensible Wurzel noch vorhanden, oder sie fehlt vollständig (alle sonst daraufhin untersuchten Haie incl. *Laemargus* individ., Taf. II Fig. 2 und Taf. III, Rochen und Holocephalen). Der zweite Spinalnerv (*2*) besitzt meist eine sensible Wurzel 2^d, die bei den Haien mit vorhandener 1^d gewöhnlich nur wenig schwächer als 2^v, bei denjenigen mit fehlender 1^d dagegen von recht wechselnder Stärke ist (mässig bei *Mustelus*, Taf. III Fig. 10 und Taf. IV Fig. 1, *Galeus*; schwach bei *Centrophorus* individ., Taf. III Fig. 6, *Spinax*, Taf. III Fig. 7, *Acanthias*, *Scymnus* individ.; *Rhina*, Taf. III Fig. 12; sehr schwach bei *Centrophorus* individ., *Scymnus* individ., Taf. III Fig. 5); ein kompleter Mangel dieser dorsalen Wurzel wurde unter den Haien nur bei *Odontaspis* (Taf. III Fig. 9), aber bei allen untersuchten Rochen (*Torpedo*, Taf. II Fig. 3, 4 und Taf. IV Fig. 8; *Rhinobatus*, Taf. IV Fig. 7; *Raja*, Taf. II Fig. 5, 6) und Holocephalen (*Chimaera*, Taf. I Fig. 15 und Taf. IV Fig. 2, 4, *Callorhynchus*, Taf. IV Fig. 6) beobachtet. Die sensible Wurzel des 3. Spinalnerven (*3*) 3^d kommt in der Regel der motorischen 3^v an Stärke gleich und ist nur bei einzelnen Selachiern (*Scymnus*, Taf. 3 Fig. 5, *Torpedo*, Taf. 2 Fig. 3, 4, Taf. IV Fig. 8), sowie (?) bei *Callorhynchus* (Taf. IV Fig. 6)[1]) schwächer als diese; bei *Odontaspis* (Taf. 3 Fig. 9) und *Chimaera* (Taf. I Fig. 15, Taf. IV, Fig. 2, 4) fehlt sie ganz. Der 4. Spinalnerv (*4*) ist bei allen untersuchten Selachiern und Holocephalen ein gemischter, meist mit ansehnlicher, z. Th. selbst die motorische übertreffender sensibler Wurzel 4^d; nur bei *Odontaspis* (Taf. III, Fig. 9), einzelnen Rochen (Taf. II Figg. 5, 6) und den Holocephalen (Taf. I Fig. 15) tritt letztere gegen den motorischen Antheil noch etwas zurück.

Die Verbindung beider Wurzeln erfolgt bekanntlich bei den Haien erst im weiteren peripheren Verlaufe derselben ausserhalb der Wirbelsäule. Hierbei wurden mannigfache Variirungen zwischen den Extremen einer recht späten (Notidaniden Taf. II Fig. 1, Taf. III Fig. 1, 2; Rochen, Taf. II Fig. 3—6, Taf. IV Fig. 7, 8) und einer recht frühen (*Rhina*, Taf. III Fig. 12) Verbindung beobachtet; auch erfolgt die Verbindung an den ersten Nerven mit sehr schwacher sensibler Wurzel meist später als an den hinteren mit gut entwickelten dorsalen Wurzeln; namentlich die Rochen (Taf. II Figg. 3—6, Taf. IV Figg. 7, 8) erwiesen sich hierfür sehr charakteristisch, indem hier die beiden Wurzeln 3^v und 3^d gesondert in den Plexus eintraten und erst bei den folgenden Nerven eine langsam successive zunehmende frühere Vereinigung Platz hatte.

---

1) Wahrscheinlich handelt es sich hier bei *Callorhynchus* gar nicht um den dritten, sondern wie bei *Chimaera* um den vierten Spinalnerven (vergl. die Ausführungen p. 367).

Auf Grund dieser Beobachtungen ist der Plexus cervicalis als ein überwiegend motorischer, dessen sensible, für die Versorgung der Haut und des Bindegewebes bestimmte Zweige ganz gegen die muskulösen zurücktreten, aufzufassen. Diese Eigenschaft wird auch bei den Rochen auf den ersten Blick sichtbar, indem hier, wie schon oben (p. 390) erwähnt, die dem Plexus brachialis zugehörigen Plexuswurzeln vorwiegend die oberflächliche (dorsale), die für den Plexus cervicalis bestimmten aber mehr die tiefe (ventrale) Lage einnehmen.

Die Plexusbildung (Taf. II Fig. 3—6, Taf. III) vollzieht sich bei den Selachiern in der Regel derart, dass die beiden ersten Wurzeln in ventro-caudalwärts gerichtetem Verlaufe sich zur ersten Ansa verbinden und dass an den auf diese Weise entstandenen, nach hinten verlaufenden Nervenstamm die folgenden Nervenwurzeln in nach hinten und unten gerichteten Bogen successive herangehen und sich an ihn anlegen. So gewinnt der Sammelstamm während seines Verlaufes nach hinten und aussen wachsende Dicke. Die Länge der einzelnen Plexuswurzeln ist dementsprechend ebenfalls eine nach hinten zunehmende. Uebrigens wechselt dieselbe sehr bei den verschiedenen untersuchten Gattungen; zwischen den Extremen sehr langer (*Odontaspis*, Taf. III Fig. 9, danach auch *Galeus*) und sehr kurzer (*Rhina*, Taf. III Fig. 12) Plexuswurzeln finden sich alle möglichen Längen derselben. Nicht minder variirt die Verlaufsrichtung der in das Geflecht eintretenden Wurzeln: sehr steil (d. h. der transversalen Richtung nahekommend) wird sie bei *Prionodon* (Taf. III Fig. 11), sehr schräg (d. h. schräg bis longitudinal) bei *Odontaspis* (Taf. III Fig. 9) gefunden. Abweichend von den Selachiern verhalten sich die Holocephalen (Taf. IV Fig. 4, 6), deren Plexus einen eigentlichen längslaufenden Sammelstamm nicht zeigt, sondern in annähernd transversalem und nur wenig descendentem Verlaufe ventralwärts absteigt; ausser der Kürze des Plexus kommt als kausales Moment hierfür auch die Zusammenziehung der Kiemenregion in Frage.

In der Hauptsache folgt der Verlauf der zu dem Plexus zusammentretenden Wurzeln den durch die einzelnen Myomeren gegebenen Grenzen, doch nicht rein, indem diese Wurzeln während ihres weiteren Verlaufes — also im ventralen Rumpfmuskelgebiete — durch die auf die entsprechenden Myomeren folgenden Bindegewebssepten zum Theil durchtreten und nun partiell auch in den nächsten Myomeren weiter verlaufen; namentlich gilt dies für die hinteren, dem Schultergürtel mehr genäherten Wurzeln. Somit innerviren diese Spinalnerven je zwei Myomeren und jedes Myomer wird auch von je zwei Spinalnerven versorgt[1]).

1) In den folgenden, der Lage des Schultergürtels entsprechenden und auf denselben folgenden Abschnitten des Rumpfes findet dieser schräge Verlauf der Spinalnerven durch die Myomeren nach den noch nicht veröffentlichten Untersuchungen von Dr. Braus, Assistenten an der hiesigen anatomischen Anstalt, in noch erheblicherem Maasse statt, derart, dass jeder Spinalnerv, je nach der untersuchten Art und je nach der Stelle des Rumpfes, 3—6 Myomeren versorgt und dass jedes Myomer von 3—6 Spinalnerven innervirt wird. Bereits in meiner kurzen Veröffentlichung vom vorigen Jahre (1895 p. 131) habe ich diese Frage berührt und auf die das kausale Moment hierfür bildenden metameren Verschiebungen im ganzen ventralen Gebiete des Körpers hingewiesen. Dass hierbei die Wanderung der paarigen Extremitäten das Hauptmoment bildet, brauche ich nicht zu wiederholen.

Von der allgemeinen Regel der frühesten Verbindung der vordersten Nerven kommen Ausnahmen vor. So fand sich bei *Hexanchus Dr* (Taf. III, Fig. 2) an einem auch sonst manche Abweichungen darbietenden Plexus (während *Dl*, Taf. III Fig. 1 normal war) eine frühere Vereinigung von x, y und einem Theil von z und eine spätere von w mit $x + y + z$ (*e. p*); desgleichen bei *Scymnus* (Taf. III, Fig. 5) eine spätere Vereinigung von y mit $z + 1$, bei *Scyllium* ind. eine solche von $x + y$ mit $z + 1$ (Taf. I Fig. 8), bei *Raja* ind. eine solche von 1 mit $2 + 3 + 4$ (Taf. II Figg. 5, 6). Desgleichen beschreiben und bilden Jackson and Clarke bei *Echinorhinus* eine frühere Verbindung von $y + z + 1$ und eine spätere von x mit denselben ab. Auch wurden sonstige abweichende Ansenbildungen der ersten Nerven individuell bei *Laemargus* (Taf. III Fig. 3), *Cestracion*, *Prionodon* (Taf. III Fig. 11) und *Rhina* (Taf. III Fig. 12) beobachtet.

Alle diese Vorkommnisse leiten zu den Fällen über, wo überhaupt der erste occipitale Nerv sich nicht oder nur ganz unvollkommen mit den folgenden Nerven zum Plexus verbindet und direkt zu seinem Endorgan (Anfang der dorso-lateralen Rumpfmuskulatur und M. subspinalis) geht (vergl. 380). Dies wurde für v oder w wiederholt bei *Hexanchus* (Taf. III Figg. 1, 2) und *Heptanchus* (Taf. II Fig. 1), für y je einmal bei *Laemargus* (Taf. III Fig. 3) und *Mustelus* (wo indessen ein ganz feines Fädchen von y noch den Verband mit dem Plexus herstellte) gefunden; das Gleiche gilt für w bei *Echinorhinus* nach Jackson and Clarke (1876, p. 97, 98 Taf. VII Fig. 3). Auch die Holocephalen (Taf. IV Figg. 4, 6), bei denen ein Theil des ersten Nerven (y) oder Theile der beiden Nerven (y und z) eine besondere von dem Hauptplexus mehr oder minder unabhängige Ansa für die epibranchiale Muskulatur bilden, sind hierher zu rechnen. Die Vergleichung lehrt, dass in allen diesen Fällen nicht eine primitive Selbstständigkeit des ersten resp. der ersten Nerven gegenüber den folgenden, sondern vielmehr eine sekundäre Auslösung aus einem ursprünglichen intimeren Verbande mit denselben vorliegt. Man hat Grund um anzunehmen, dass bei den Vorfahren der Notidaniden nicht nur w, sondern auch v an der Plexusbildung innigen Antheil nahm, und es ist danach wahrscheinlich, wenn auch zur Zeit nicht erweisbar, dass diesen noch vorgehende Nerven (u, t etc.) einstmals den Anfang des Plexus bildeten. Selbstverständlich waren die Plexusbildungen in diesem Bereiche nicht etwas von Anfang an Gegebenes, sondern sind erst im Laufe der phylogenetischen Entwickelung, aber wohl in sehr früher Zeit aus ursprünglich unverbundenen Nerven hervorgegangen, in Folge von Verschiebungen dieser Nerven, welches hinwiederum mit der metamerischen Umwandlung der von ihnen versorgten Endgebiete und mit der Ausdehnung und Verlagerung des Visceralapparates im Kausalnexus standen. Doch ist hier nicht der Ort, diese primordialen Vorgänge des Genaueren zu behandeln.

Es erübrigt noch, über die bereits oben (p. 383) erwähnte Kreuzung des Plexus cervico-brachialis mit dem N. vagus vor dem Bereiche des Schultergürtels zu sprechen. Beide sind hier bald lockerer, bald inniger mit Bindegewebe verbunden. Bekanntlich wurde diese Anastomose zuerst von Jackson and Clarke (1876, p. 99) angegeben, während Onodi (1886, p. 326, 327) diesem Zusammenhange eine speciellere

Aufmerksamkeit schenkte. Ich finde, dass diese Verbindung bei jüngeren Thieren insbesondere auch bei den Notidaniden, den meisten Spinaciden, bei *Scymnus*, den *Carchariidae* und *Rhina* im Ganzen eine ziemlich lockere und leicht zu trennende ist, während sie bei älteren Thieren und im Besonderen bei *Laemargus*, *Cestracion*, *Scyllium* und *Odontaspis* sich als eine intime, selbst auf kleinere Nebenäste ausgedehnte ergiebt. So mengten sich z. B. bei *Laemargus* (Taf. III Fig. 4) und *Odontaspis* von dem Vagus (*vg.*) und den Spinalnerven (*Pl. cv.*) stammende Fasern so innig, dass es ohne genauere Sonderung den Anschein hatte, als ob Vaguselemente sich an die coraco-arcuale Muskulatur begäben. Die vorsichtige Behandlung mit den oben (p. 389) angegebenen Kautelen und Reagentien führte jedoch überall zu dem Ergebnisse, dass streng zwischen beiderlei Elementen zu scheiden sei, wobei nur die Abkömmlinge der spinalen Nerven die Mm. coraco-arcuales, die mit ihnen verlaufenden Vagusfasern die diesen Muskeln benachbarten und sich z. Th. in sie einschiebenden Theile des M. constrictor superficialis ventralis versorgten. Eine solche Versorgung des Constrictor gab auch Onodi (1887, p. 327) bei *Scyllium catulus* an, leitete sie aber irrthümlich von Derivaten der Spinalnerven ab. An einen Ersatz der „unteren Vaguswurzeln", d. h. der ersten Occipitalnerven, durch echte Vaguszweige ist nicht zu denken.

6. Aeste des Plexus cervicalis.

Taf. II, III, IV, VI Fig. 4.

Die von dem Plexus cervicalis abgehenden Aeste sind theils motorische, theils sensible; erstere bilden den ganz überwiegenden Antheil.

Die motorischen Aeste vertheilen sich in solche für die Seitenrumpfmuskulatur, für die epibranchialen spinalen (M. subspinalis und Mm. interbasales) und für die hypobranchialen spinalen Muskeln (Mm. coraco-arcuales).

Die Muskeläste für die Seitenrumpfmuskulatur (*Rr. d*, *Rr. dl*, *Rr. lv*; auf den Abbildungen meist weggelassen) sind ziemlich kurze, verschieden dünne Zweige, welche von dem ersten Occipitalnerven beginnend und von allen folgenden Nerven abgegeben, theils zu der dorsalen (*d*) und lateralen Zone (*dl*) des dorsalen Seitenrumpfmuskels[1]) gelangen, theils den M. levator scapulae (*ls*) innerviren. Die zu *d* und *dl* gelangenden Zweige entsprechen in der Hauptsache dorsalen Spinalästen der höheren Wirbelthiere[2]), die zu *ls* gehenden kann man den kurzen motorischen

1) Hier z. Th. für die am meisten dorsalen Bereiche auch von speciellen dorsalen Aesten der Spinalnerven abgegeben. Diese besonderen dorsalen Aeste sind auf Taf. II Fig. 2 und Taf. IV Fig. 2 ohne Bezeichnung, wenigstens theilweise abgebildet, sonst aber auf den Abbildungen weggelassen.

2) Hinsichtlich dieser Zweige für die dorsale Rumpfmuskulatur weichen die Selachier (und mit ihnen viele niedere Vertebraten) von den höheren Vertebraten insofern ab, als bei ersteren die bezüglichen Zweige theils von besonderen dorsalen Aesten, theils von den ventralwärts ziehenden Stämmen abgehen, bei den höheren Vertebraten aber auf die Rami dorsales koncentrirt sind.

Nerven des Plexus cervico-brachialis derselben vergleichen. Namentlich bei den vordersten Nerven (Occipitalnerven) ist der Antheil derselben an der Versorgung der Seitenrumpfmuskulatur ein relativ erheblicher, so dass hier nicht selten nur noch ziemlich kleine Antheile für die epibranchiale und hypobranchiale Muskulatur übrig bleiben.

Die zu den ersten Myomeren des Seitenrumpfmuskels gelangenden Zweige der Occipitalnerven wurden bereits von JACKSON and CLARKE (1876, p. 97, 98) und HOFFMANN (1824, p. 650) richtig angegeben. Die von ihnen versorgte Muskulatur entspricht auch den vorderen Myomeren der „vom Schädel zum Schultergürtel ziehenden Muskeln" VAN WIJHE's (1882, p. 42), welche aus dem 7.—9. Myotom des Selachierkopfes hervorgehen. Von Muskeln welche „vom Schädel bis zum Schultergürtel ziehen", kann man aber eigentlich nicht sprechen, da zwischen den hier in Frage kommenden drei ersten Myotomen und dem Schultergürtel noch eine sehr erhebliche Anzahl von Myotomen liegt, welche von freien Spinalnerven versorgt werden; bei *Scyllium*, welchen VAN WIJHE untersuchte, sind dies 8 Myotome, bei den anderen mir darauf bekannten Selachiern 7—26 (vergl. auch p. 387).

Wie schon oben (p. 393) angegeben, halten bei den Haien die einzelnen Nerven die Myomerengrenzen nicht rein fest, sondern vertheilen sich, namentlich nach dem Schultergürtel zu, in ihrem weiteren, ventralwärts gehenden Verlaufe meist in 2 Myomeren. Dem entsprechend ist im dorsalen Gebiete (*d* und *dl*) die myomere Versorgung eine rein und regelmässig metamer angeordnete, also derart, dass die Zweige eines Spinalnerven sich auf die Innervation des ihm ursprünglich zugehörigen Myomers beschränken; im ventralen Gebiete (ventrale Grenze von *dl*, *ls*) dagegen versorgt jeder Spinalnerv unter Durchbrechung der intermyomeren Septen zwei benachbarte Myomeren, ebenso wie jedes Myomer von den Zweigen zweier auf einander folgender Spinalnerven innervirt wird. Offenbar handelt es sich hierbei um sekundäre Verschiebungen, Umschmelzungen und Umgliederungen der Myomeren, welche in ihrem ursprünglichen Zustande genau den einzelnen Spinalnerven entsprechend versorgt wurden; damit ging die Ausbildung neu angeordneter Septen in Zusammenhang. Der ursprüngliche Zustand ist im dorsalen, von den ventralen Verschiebungen unbeeinflussten Bereiche der Rumpfmuskulatur (*d*, Haupttheil von *dl*) noch genau erhalten, im ventralen (ventraler Bereich von *dl*, *ls*) dagegen in Folge des Verbandes mit dem Schultergürtel zu Gunsten der neuen Anordnungen aufgegeben; die hauptsächlichste Causa movens bildet hierbei, für diesen vordersten Abschnitt des Rumpfes, die Verschiebung der vorderen Extremität[1]). Bei den Rochen ist die vordere Extremität

---

1) Wie schon oben erwähnt, haben die (noch nicht veröffentlichten) Untersuchungen von BRAUS für die im Bereiche der Brustflosse und hinter ihr liegenden Myomeren eine noch grössere Komplikation ergeben, indem hier nicht 2, sondern 3—6 Myomeren und Spinalnerven sich im Versorgtwerden und Versorgen gegenseitig vertheilen. Hier haben sich die die Umbildung der ventralen Myomeren bedingenden Momente summirt; mit der Verschiebung der vorderen Extremität verbindet sich diejenige der hinteren, und auch die Verlagerungen der Eingeweide und die Veränderlichkeit der Lage der Analöffnung üben einen, wenn auch indirekten, doch nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die umhüllende Rumpfwandung.

noch weiter nach hinten gewandert resp. gezogen worden als bei den meisten Haien; dabei sind aber die einzelnen Myomerengrenzen derart verwischt und verlagert, dass nur eingehende ontogenetische Untersuchungen Aufklärung verschaffen könnten. Bei den Holocephalen endlich hat die rückläufige (rostralwärts gehende) Vorwärtswanderung der Extremität[1]) eine neue Komplikation bedingt, die sich in einer beträchtlichen Verminderung der Zahl der übrigens sehr umgestalteten und eigentümlich differenzirten Myomeren ausspricht. Ich habe übrigens alle diese Verhältnisse, über deren ursprüngliche Bedeutung ich mich auch schon oben (p. 385—388, 390) geäussert, nicht genau genug verfolgt, um darüber eingehende und definitive Mittheilungen zu machen; ich unterlasse dieselben auch um so lieber, als über diesen Gegenstand speciellere Untersuchungen von Braus und Wickström angestellt wurden, deren Veröffentlichung in nicht zu ferner Zeit zu erwarten steht.

Die epibranchiale, spinale Muskulatur, (M. subspinalis, *sbsp.*, und Mm. interbasales, *ib.*) wird von einer Anzahl sehr feiner[2]) Nerven (Taf. II Figg. 1, 2, Taf. III, Taf. IV, *Rr. sbsp*, *Rr. ib.*) versorgt, welche von der Ventralfläche des Anfanges des Plexus cervicalis resp. direkt von dem ersten, mit dem Plexus nicht verbundenen Occipitalnerven (cf. p. 394) abgehen und medial am Vagusstamm vorbeiziehend an die Dorsalflächen der von ihnen versorgten Muskeln treten, um sich von hier aus im Muskelfleische zu verzweigen.

Vetter (1874, p. 443 und 1878, p. 449) hatte angegeben, dass diese Muskeln — den M. subspinalis von *Chimaera* bezeichnet er als M. protractor arc. branch., die Mm. interbasales als Mm. interarcuales I — von Zweigen des Vagus versorgt würden, und erst Dohrn hob auf Grund ontogenetischer Untersuchung von dem Subspinalis hervor, dass derselbe aus den vordersten sehr rudimentären Urwirbeln (van Wijhe's 6. bis 9. Somiten) seinen Ursprung nehme (1885, p. 446) sowie ferner, dass er die vordersten Hypoglossus-Myotome repräsentire, dass aber nicht festzustellen sein werde, ob er nicht auch seinerseits Material der hintersten Vagus-Myotome in sich schliesse (1890 B., p. 350). Ich habe (1895, p. 131—134), auf Grund direkter Präparation, den

1) Die Extensität dieser sekundären Vorwärtswanderung bei den Holocephalen soll man nicht überschätzen. Dass sie, im Kausalnexus zur Zusammendrängung des Kiemenapparates, stattgefunden, ist mir nicht zweifelhaft, aber die alten Vorfahren der lebenden Holocephalen haben eine Brustflosse besessen, welche wahrscheinlich dem Kopfe noch näher stand als bei den jetzt lebenden Selachiern. Man hätte also eine beiden gemeinsame Urform anzunehmen, wo Schultergürtel und Brustflosse eine mässige Entfernung vom Schädel zeigten; von dieser Urform aus entwickelten einerseits die Holocephalen unter mässiger, rückläufiger (rostralwärts gehender) Bewegung, andererseits die Haie und namentlich Rochen unter mehr oder minder weit gehender Fortsetzung der ursprünglichen vom Kopfe sie entfernenden Verschiebung nach hinten (caudalwärts) ihre jetzige Lage. Aehnliches wie für die Holocephalen gilt übrigens auch für die übrigen Anamnier; auch hier darf man sich die rostralwärts gehende rückläufige Wanderung nicht zu gross vorstellen. Ich verweise hinsichtlich dieses Punktes auf eine neuere kurze Bemerkung Gegenbaur's (1895 p. 19, Anm. 1), der ich zwar bezüglich des Sachlichen nicht ganz folge, deren fruchtbaren und vor Uebertreibungen in dieser Hinsicht warnenden Gedankengang ich aber vollauf anerkenne.

2) Diese Nerven sind vergleichsweise viel feiner als die Vagusäste, welche die Mm. arcuales dorsales (Vetter's Interarcuales II + III) versorgen.

Nachweis geführt, dass sowohl der M. subspinalis wie die Mm. interbasales (Vetter's Interarcuales I, die somit von dessen cerebralen Interarcuales II, III gänzlich abzutrennen sind) von Zweigen der occipitalen, mitunter auch des ersten spinalen Nerven versorgt werden, und habe diese Muskeln, einer mündlichen Anregung Gegenbaur's folgend (cf. meine Veröffentlichung von 1895, p. 134, Anm. 1) als epibranchiale spinale Muskeln zusammengefasst.

Diese Zweige durchbohren die starke ventrale Fascie des Seitenrumpfmuskels und treten dann in einfacheren Fällen direkt (*Laemargus*, Taf. II Fig. 2, Taf. III Fig. 3), in komplicirteren unter Plexusbildung (*Heptanchus*, Taf. II Fig. 1) zu den Mm. subspinalis und interbasales; dieser feine, zierliche Plexus möge zum Unterschiede von dem Hauptplexus den Namen Epibranchialplexus führen.

Die höchste und vollkommenste Entfaltung zeigen sie bei den Notidaniden, wo sowohl der M. subspinalis (*sbsp.*) als die Mm. interbasales (*ib.*) in zahlreichster und kräftigster Ausbildung vorkommen; doch sind die Nerven (*Rr. sbsp.*, *Rr. ib*) im Verhältniss zu den von ihnen versorgten Muskeln auffallend fein, vergleichsweise feiner als bei anderen Haien, daher nicht leicht vollständig darzustellen. — Bei *Heptanchus* (Taf. II Fig. 1) fand ich in vier untersuchten Fällen 4, 6 und 8 feine von dem Hauptplexus abgehende Fäden, die sämmtlich vor der von z und 1 gebildeten Ansa sich abzweigten; die 2—4 ersten (*Rr. sbsp.*), von v, w, x, y abstammend, in einem Falle auch noch durch eine mikroskopische Zugabe von z verstärkt, begaben sich zu dem M. subspinalis (*sbsp.*), wobei sie in demselben Anastomosen bildeten, die 2—4 letzten (*Rr. ib.*) unter Bildung eines gut entwickelten Epibranchialplexus zu den Mm. interbasales 1—5 (ib^1—ib^5), von denen — in einem genauer untersuchten Falle — der erste von x und namentlich y, der zweite von y, der dritte von y und z, der vierte und fünfte von z ihre Fasern bezogen[1]. — Bei *Hexanchus* (Taf. III Figg. 1, 2) liegen die Verhältnisse ähnlich. Von den hier gefundenen 4—6 Nervenfäden, von denen der letzte noch vor der Ansa der vorderen Nerven mit 2 abging, versorgen die 2—3 ersten, von v, w, x und mit einem mikroskopischen Faden von y abstammenden (*Rr. sbsp.*) den M. subspinalis, die 2—3 letzten, von x, y und z stammenden (*Rr. ib*) die Mm. interbasales 1—4. — Von den Untersuchungen an anderen Haien gebe ich Folgendes wieder. Meist wurden 3 von dem Hauptplexus selbstständig abgehende Fäden gefunden, seltener 4 (z. B. bei *Mustelus*) oder 2 (einmal bei *Laemargus*, Taf. III Fig. 3; *Rhina*, Taf. III Fig. 12), welche meist vor oder im Bereiche der Ansa $z + 1$, seltener hinter ihr abgehen und gewöhnlich keinen oder nur einen ganz mangelhaften Plexus bilden; irgend welche Regeln hinsichtlich dieser Zahlen lassen sich ebenso wenig wie bei den Notidaniden aufstellen. Der vordere oder die zwei vorderen Fäden (*Rr. sbsp.*), welche bei *Centrophorus* (Taf. III Fig. 6), *Scyllium* (Taf. III Fig. 8), *Mustelus*

---

1) Nach den sonst nachgewiesenen Fällen von Variirung der Plexuswurzeln mögen die anderen Individuen deren mancherlei Abweichungen im Detail darbieten; doch glaube ich annehmen zu dürfen, dass bei *Heptanchus* der Schwerpunkt der Versorgung des M. subspinalis in v (wenn vorhanden), w und x, und derjenige der Mm. interbasales in y und z ruht, während, wie es scheint, 1 keine Nervenfaser dahin abgiebt.

indiv., *Prionodon* (Taf. III Fig. 11), *Rhina* (Taf. III Fig. 12) von x und y, bei *Spinax* (Taf. III Fig. 7), *Acanthias*, *Laemargus* (Taf. III Fig. 3), *Mustelus* indiv. und *Galeus* von y resp. y und z abstammen, gehen zum M. subspinalis, der hintere oder die beiden hinteren (*Rr. ib*), bei *Cestracion* alle drei, welche von y und z abstammen, wozu sich (*Scyllium*, *Odontaspis*, Taf. III Fig. 9) auch ein sehr feiner Antheil von 1 beigesellen kann, zu den Mm. interbasales, deren *Acanthias*, *Cestracion*, *Odontaspis*, *Mustelus* und *Galeus* 3, *Spinax*, *Centrophorus*, *Laemargus*, *Scyllium*, *Prionodon* und *Rhina* 2 besitzen[1]. Bei *Rhina* ist der für den M. subspinalis bestimmte Zweig mikroskopisch fein, bei *Cestracion* fehlt er mit der totalen Reduktion des Muskels gänzlich; bei *Scymnus* sind die epibranchialen Muskeln wie ihre Nerven vollkommen zurückgebildet. Das Gleiche gilt von den untersuchten Rochen, bei denen jede Spur eines epibranchialen Muskels oder Nerven vermisst wurde. Die Holocephalen (*Chimaera*, Taf. IV Figg. 2, 4; *Callorhynchus*, Taf. IV Fig. 6) besitzen dagegen eine ausschliesslich oder zum grösseren Theile von y, zum kleineren von z gebildete epibranchiale Ansa (*R. sbsp.*), welche den sehr ansehnlichen M. subspinalis versorgt; das äusserst feine, für den sehr kleinen, allein vorhandenen M. interbasalis 2 (ib^2) bestimmte Fädchen (*R. ib.*) scheint bei *Chimaera* meist von z zu kommen, doch gelang der Nachweis dieses Abganges nicht allenthalben mit vollkommener Sicherheit. Bei *Callorhynchus* sah ich den feinen Faden auf der einen untersuchten Seite von y abgehen; ich vermuthe darin einen individuellen Befund.

Eine Auswahl aus dem Mitgetheilten ergiebt in übersichtlicher Zusammenstellung das Folgende[2]:

Epibranchiale spinale Muskulatur.	Occipitale (v—z) und spinale (1) Nervenwurzeln, welche die epibranchiale spinale Muskulatur versorgen.					
	Heptanchus	*Hexanchus*	*Acanthias*	*Laemargus*	*Scyllium*	*Chimaera*
Subspinalis . . .	{ v, w, x, y $w, x, y, (z)$	{ $v, w, x, (y)$ w, x, y	y, z	y, z	x, y	y, z
Interbasalis 1 . .	x, y	x, y	y, z	z	y, z	
„ 2 . .	y	y	z	z	z, (1)	z
„ 3 . .	y, z	y	z			
„ 4 . .	z	y, z				
„ 5 . .	z					

Die epibranchialen spinalen Muskeln werden somit von Zweigen der occipitalen Nerven, deren vorderste sich in der Regel in ihnen und den Anfängen der Seiten-

1) Bei *Laemargus* zeigten die für die Mm. interbasales bestimmten Zweige einen auffallend geschlängelten Verlauf und kurz vor dem Eintritte in ihre Muskeln eine bogenförmige Umbiegung (Taf. II Fig. 2, wo aber nur die Umbiegung, nicht aber der geschlängelte Verlauf wiedergegeben wurde).

2) Die in der Tabelle in Parenthese eingeschlossenen Buchstaben oder Zahlen sollen ausdrücken, dass der von diesen Nerven abgegebene Antheil ein minimaler (mikroskopischer) ist.

rumpfmuskulatur erschöpfen, z. Th. auch von einigen vom ersten Spinalnerven abstammenden Fäden versorgt, und zwar vertheilen sich die vorderen Zweige in dem M. subspinalis, die hinteren in den Mm. interbasales. Ein direktes Verhältniss in der Zahl dieser Muskeln zu der Zahl der sie versorgenden Nerven oder Nervenwurzeln ist nicht vorhanden; meist wird der M. subspinalis von mehreren Nerven innervirt und meist (wenn nicht sekundäre Verkümmerungen vorliegen) ist die Zahl der Mm. interbasales grösser als die Zahl der occipitalen Nerven, von denen die motorischen Zweige für diese Muskeln abstammen. Es besteht somit eine bemerkenswerthe Inkongruenz in der Zahl dieser an die Kiemenbogen gebundenen Muskeln und der sie versorgenden Nervenwurzeln oder mit anderen Worten eine Dysmetamerie zwischen den Kiemenbogen und ihrer epibranchialen Muskulatur, die als eine von Anfang an gegebene aufzufassen ist und zeigt, dass das Visceralskelet und diese Muskeln ursprünglich nichts mit einander zu thun hatten.

Der motorische Endtheil des Plexus, d. h. das, was nach Abgabe der Zweige für die Seitenrumpfmuskulatur und die epibranchialen Muskeln, sowie für die Haut übrig bleibt, tritt nach seiner Kreuzung mit dem N. vagus in die hypobranchiale, spinale Muskulatur (Mm. coraco-arcuales mit den Mm. coraco-branchiales, *cbr*; M. coraco-hyoideus, *chy;* und M. coraco-mandibularis, *cm*) ein und geht, in der Tiefe derselben ventral nach vorn (mandibularwärts) verlaufend, ganz in der Versorgung derselben auf.

Bezüglich der Innervation dieser Muskeln hatte schon Stannius (1849, p. 122 und 1853, p. 142) angegeben, dass sie bei den Haien durch die zwei ersten, bei den Rochen von einer grösseren Anzahl von Spinalnerven geschehe; speciell wurden von ihm die vom Korakoid zum Zungenbein und zur Mandibula gehenden Muskeln (Vetter's Mm. coraco-hyoideus und coraco-mandibularis) und ausserdem bei *Raja* der am Kiefersuspensorium sich befestigende „Sterno-hyoideus“ (in Wirklichkeit der M. depressor hyomandibularis) angeführt. Andererseits (1849, p. 89) erwähnt er eine Vertheilung der Rr. branchiales nervi vagi an die kleineren Muskeln der Kiemenbogencopulae, worin wohl auch die Mm. coraco-branchiales Vetter's einbegriffen sein mögen. Im Allgemeinen richtig an diesen Angaben ist die Innervation der Mm. coraco-hyoideus und coraco-mandibularis durch Spinalnerven, falsch dagegen die behauptete Versorgung des M. depressor hyo-mandibularis durch Spinalnerven und der Mm. coraco-branchiales durch den N. vagus; der genannte Depressor wird, wie Tiesing (1895, p. 102) nachgewiesen, durch den N. facialis, die Coraco-branchiales wie Vetter (1874, p. 448 f.) gezeigt, durch den Plexus cervicalis versorgt. — Bonsdorff (1853, p. 221) giebt an, dass die „Mm. sterno-hyoidei und sterno-thyreoidei“ von dem Hypoglossus versorgt würden; bei dem Mangel jeder Beschreibung ist nicht zu entscheiden, was er unter den Mm. sterno-thyreoidei versteht (ob Coraco-branchiales?). — Vetter (1874, p. 448—453) fasste zuerst die Mm. coraco-branchiales, coraco-hyoideus und coraco-mandibularis auf Grund ihrer gleichmässigen Innervation als ventrale

Längsmuskeln (Mm. coraco-arcuales) zusammen und liess sie sämmtlich von Zweigen des ersten und zweiten Spinalnerven versorgt werden. War auch die letztere Angabe bezüglich der Zahl der Spinalnerven nicht richtig, so war doch die Zusammenfassung der ganzen Gruppe ein bedeutender Fortschritt. — Eine rückläufige Bewegung in der Erkenntniss dieser Muskeln wurde durch van Wijhe (1882, p. 16, 42) eingeleitet; derselbe behauptete auf Grund ontogenetischer Untersuchungen, dass nur der M. coraco-hyoideus von Somitennerven (Spinal- resp. Occipitalnerven), dagegen die gesammten Mm. coraco-mandibularis und coraco-branchiales von Vaguszweigen innervirt würden. Dohrn (1884, p. 17, 18) dagegen nahm, ebenfalls auf Grund ontogenetischer Untersuchungen, für die Mm. coraco-branchiales (die er auch einmal als Coraco-arcuales bezeichnet) eine Versorgung durch den N. vagus an, während er, wie es scheint, die Mm. coraco-hyoideus und coraco-mandibularis zum spinalen Systeme rechnet. Aehnlich spricht Onodi (1886, p. 326) nur von einer spinalen Versorgung der Mm. coraco-mandibularis und coraco-hyoideus, schweigt aber über die Innervirung der Mm. coraco-branchiales; ob er letztere durch Vaguszweige — bei *Acanthias* und *Scyllium* werden innige Anastomosen der bezüglichen Spinalnerven mit dem Ramus intestinalis nervi vagi angegeben — versorgen lässt, muss dahin gestellt bleiben. Einen Fortschritt bedeutet aber die durch ihn nachgewiesene Versorgung der beiden erstgenannten Muskeln durch Occipitalnerven und eine grössere Anzahl spinaler Nerven. Schneider (1890, p. 260) stimmt van Wijhe und Dohrn bei; doch ist mir seine Zustimmung nicht recht verständlich, da er, gerade im Gegensatze zu diesen Autoren, betont, dass der Coraco-arcualis nicht gleichen Ursprunges sei wie die Kiemenmuskeln. — Sagemehl (1885, p. 102, 108—110; 1885 resp. 1891, p. 535) kehrt wieder, auf Grund eigener Untersuchungen und in specieller Kontroverse gegen Dohrn, zu den Angaben Vetter's bei Haien zurück und beschreibt ausserdem bei den Rochen eine spinale Versorgung der Mm. coraco-mandibularis, coraco-hyoideus, coraco-branchiales und hyomandibularis profundus. Die den zuletzt erwähnten Muskel betreffende Beobachtung ist übrigens irrig; dieser Muskel ist identisch mit dem durch den N. facialis versorgten M. depressor hyo-mandibularis Tiesing's. — Ich hatte gleich nach dem Erscheinen der van Wijhe'schen Untersuchungen meine grossen Bedenken, ob die von diesem Autor angegebene Trennung der ventralen Längsmuskulatur — und das Gleiche gilt für die von Dohrn gemachte Scheidung — in eine spinale und cerebrale Abtheilung berechtigt sei; diese Muskelmasse macht einen durchaus einheitlichen Eindruck. Zahlreiche und eingehende Untersuchungen an Selachiern und Holocephalen (wie auch an Vertretern der anderen Abtheilungen der Wirbelthiere) haben mir seitdem auf's Sicherste ergeben, dass der Vagus an der gesammten ventralen Längsmuskelgruppe nicht den geringsten Antheil hat; lediglich ein Theil der occipitalen und die spinalen Nerven innerviren die Muskelfasern derselben, während die allerdings mannigfach und mitunter recht innig mit den Spinalnerven verbundenen und vereinzelt auch die ventrale Längsmuskulatur durchsetzenden Vaguszweige nur die in ihrer Nachbarschaft befindlichen Theile des M. constrictor superficialis ventralis, das Bindegewebe und die Haut versorgen. In meiner Abhandlung von 1895, p. 130

und 135, sprach ich mich derartig aus und betonte damit, im theilweisen Anschlusse an Vetter und Onodi, die einheitliche Versorgung der gesammten hypobranchialen spinalen Muskulatur durch Nn. occipitales und Nn. spinales in verschiedener Anzahl.

Diese Angaben kann ich auf Grund weiterer sorgfältig durchgeführter und mehrfach wiederholter Untersuchungen nur bestätigen. Lediglich der aus occipitalen und spinalen Nerven hervorgehende Plexus cervicalis versorgt die hypobranchiale spinale Muskulatur, wie ich Gegenbaur folgend die Mm. coraco-arcuales Vetter's benenne, während die kleinen Vaguszweige, die sich, z. Th. in innigem Verbande mit den Plexuszweigen, in jene Gegend begeben, an dieser Versorgung keinen Antheil haben; sondern (soweit es sich um motorische Fasern handelt) in den hier befindlichen und die Mm. coraco-branchiales durchkreuzenden (cf. Taf. IV Fig. 1) Bündeln des M. constrictor superficialis ventralis (*csv.*) enden.

In der Regel begiebt sich der motorische Endtheil des Plexus cervicalis (*Pl.cv.*) nach Ablösung von dem zur Flosse bestimmten Theile (Plexus brachialis, *Pl.br.*) und den Hautästen (*Rr. cut*, siehe unten) als einfacher Stamm zur hypobranchialen Muskulatur; nicht selten (z. B. bei *Heptanchus*, *Laemargus*, Taf. VI Fig. 4; *Cestracion* indiv., *Mustelus* indiv., Taf. IV Fig. 1[1]), *Torpedo*, *Rhinobatus*[2])) theilt er sich aber auch früher oder später, vor oder nach dem Eintritt in diese Muskulatur in zwei verschieden starke Aeste, welche durch eine verschieden dicke Muskelmasse von einander getrennt sind. Zuerst tritt der (einfache oder doppelte) Nervenstamm unter den letzten, am meisten dorso-lateral liegenden M. coraco-branchialis (*cbr.*), denselben mit zahlreichen Zweigen von innen her versorgend, und verläuft dann bei den Haien (cf. Taf. IV Fig. 1, Taf. VI Fig. 4) in der Tiefe des lateralen resp. dorso-lateralen Bereiches der metamer gegliederten hypobranchialen Muskelmasse, gerade da, wo von ihrer lateralen Grenze die einzelnen Mm. coraco-branchiales abgehen. Bei den Rochen (Taf. IV Fig. 9) verläuft er ebenfalls lateral, ist aber hier nicht so in die Tiefe eingeschlossen, sondern leichter für die Präparation zugänglich. Auf diesem ganzen Wege giebt er laterale resp. latero-dorsale und mediale resp. medio-ventrale Zweige ab. Erstere (*Rr. cbr.*) wenden sich zu den Mm. coraco-branchiales (*cbr.*), wobei sie meist zwischen je zwei auf einander folgenden verlaufen und von da aus mit zahlreichen Fäden in den hinteren Rand der vorderen und den vorderen Rand der hinteren eintreten. Letztere versorgen die hypobranchiale Hauptmasse und geben dabei auch, als am meisten nach vorn gehende Zweige, die gewöhnlich ziemlich kräftigen Rr. coraco-hyoidei (*Rr.chy.*) und den etwas schwächeren R. coraco-mandibularis (*R.cm.*) ab; bei *Rhina* fehlt der letztere. Doch sind diese beiden Zweige, von denen der R. coraco-mandibularis der Mittellinie am nächsten verläuft und selbst mit dem der Gegenseite in Berührung kommen kann (namentlich bei *Scymnus*), keineswegs allein für die gleichnamigen Muskeln bestimmt, sondern senden während ihres Verlaufes auch zahlreiche Zweige zu den hinteren Myomeren. Auf diesem Wege binden

1) Hier, bei *Mustelus*, treten beide Aeste wieder zu einem Stamm zusammen.

2) Bei *Rhinobatus* gleich von dem gemeinsamen Plexus cervico-brachialis separat und entfernt abgehend.

sich die Nerven nicht an die Myomerengrenzen, sondern durchbrechen rücksichtslos die zwischen ihnen befindlichen Septen, um nicht nur das zuerst berührte Myomer, sondern auch eine wechselnde Anzahl nach vorn (rostral) auf dieses folgender Myomeren zu innerviren.

Die sorgfältige und vorsichtige Spaltung der in die hypobranchiale Muskulatur eintretenden Nerven ergiebt, dass die hinteren (caudalen) Theile derselben, insbesondere die Mm. coraco-branchiales (*cbr.*) von mehr hinteren (caudalen), die mehr vorderen Abschnitte derselben, insbesondere auch die Mm. coraco-hyoideus (*chy*) und coraco-mandibularis (*cm.*) von mehr vorderen (rostralen) Nervenwurzeln des Plexus versorgt werden, aber sie lässt zugleich erkennen, dass auch hier, wie bei den epibranchialen Muskeln, kein genaues arithmetisches Verhältniss zwischen Myomeren und den sie versorgenden Nervenwurzeln besteht. So wurde beispielsweise gefunden:

Hypobranchiale spinale Muskulatur.	Spinale (5—1) und occipitale (*z*—*x*) Nervenwurzeln, von denen die motorischen Zweige abstammen, welche die hypobranchiale spinale Muskulatur innerviren.			
	Heptanchus	*Hexanchus*	*Scyllium*[1]	*Mustelus*
Coraco-branchialis 7	3			
„ „ 6	2, 3	3		
„ „ 5	2, 3	2, 3	4, 5	3, 4
„ „ 4	2	2	4	3
„ „ 3	1, 2	1, 2	3	2, 3
„ „ 2	1	1, 2	2, 3	2
„ „ 1	*z*, 1	*z*, 1	1, 2	1, 2
Coraco-hyoideus . .	*y*, *z*, 1	*y*, *z*, 1, 2	*z*, 1, 2	*z*, 1, 2
Coraco-mandibularis	*y*, *z*	*x*?, *y*, *z*, 1	*y*, *z*, 1	*z*, 1

Ueber den Grad dieser Dysmetamerie zwischen der Anzahl der den hypobranchialen Endtheil des Plerus cervicalis zusammensetzenden Nervenwurzeln und

1) Die hier bezüglich *Scyllium* mitgetheilte Betheiligung der occipitalen Nervenwurzeln an der Innervation der hypobranchialen spinalen Muskulatur entspricht nicht vollkommen den Angaben VAN WIJHE's (1882 p. 15. 16). VAN WIJHE lässt bei *Scyllium* nur das letzte Kopfmyotom (welches von *z* versorgt wird) sich an dem Aufbau des M. coraco-hyoideus betheiligen, spricht aber bei dem vorletzten (von *y* innervirten) von keiner ventralwärts (in das hypobranchiale Gebiet) gehenden Verlängerung. Dies stimmt allerdings ganz genau mit der auch hier von mir mitgetheilten Versorgung des M. coraco-hyoideus (durch *z*, 1, 2). Da aber hier nicht nur dieser Muskel, sondern das ganze hypobranchiale Muskelgebiet (dessen Beziehungen zum spino-occipitalen Systeme allerdings hinsichtlich seines grösseren Theiles — Mm. coraco-mandibularis und coraco-branchiales — von VAN WIJHE mit Unrecht abgeleugnet werden) in Frage kommt, so gilt hierfür auf Grund der genaueren Untersuchung eine occipitale Betheiligung von *y* und *z* und nicht bloss — wie VAN WIJHE angiebt — von *z*.

der Anzahl der Myomeren, aus denen die hypobranchiale Muskelmasse sich aufbaut[1]), kann des Weiteren folgende Tabelle orientiren[2]).

Zahl und Reihenfolge der occipitalen und spinalen Nervenwurzeln, welche die hypobranch. spin. Muskeln innerviren.		Zahl der hypobranchialen spinalen Myomeren.	Untersuchte Thiere.
3	z, a, b	2	*Chimaera* [3]).
3—4	y?, z, 1, 2	5	*Spinax.*
4	y, z, a, b	2	*Callorhynchus* [3]).
4	z, 1, 2, 3	5	*Laemargus.*
5	y, z, 1, 2, 3	2	*Cestracion.*
5	y, z, 1, 2, 3	6—7	*Scymnus.*
5	y, z, 1, 2, 3	8—9	*Hexanchus, Heptanchus, Rhina.*
5	z, 1, 2, 3, 4	5	*Mustelus.*
5	z, 1, 2, 3, 4	7—8	*Galeus.*
5—6	x?, y, z, 1, 2, 3	8—9	*Hexanchus.*
5—6	x?, y, z, 1, 2, 3	9	*Heptanchus.*
5—6	y?, z, 1, 2, 3, 4	7	*Centrophorus.*
6	y, z, 1, 2, 3, 4	7	*Scyllium.*
7	y, z, 1, 2, 3, 4, 5	7	*Scyllium.*
7	z, 1, 2, 3, 4, 5, 6	3	*Torpedo.*
7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	3	*Torpedo.*
8	z, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	8	*Odontaspis.*
8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	3—4	*Raja.*
8	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	3—4	*Raja.*
8—9	y?, z, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	13	*Prionodon.*
9	z, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	3	*Rhinobatus.*

Dieselbe ergiebt bei den Holocephalen und einigen Haien (*Laemargus*, *Mustelus*, *Scyllium*, *Odontaspis*) eine genaue oder annähernde Uebereinstimmung der Nervenwurzeln und Myomeren-Zahlen; bei der grossen Mehrzahl der untersuchten Thiere dagegen ist die Diskrepanz eine mehr oder minder bedeutende, wobei bald die Myomeren (namentlich bei *Cestracion* und den Rochen), bald die Nervenwurzeln

1) Zur Bestimmung dieser Anzahl wurden die Myomeren gezählt, aus denen der hintere Hauptstock der hypobranchialen Muskelmasse (welcher den Mm. coraco-branchiales, coraco-hyoideus und coraco-mandibularis Ausgang giebt) sich zusammensetzt und durch das eine, meist beträchtlich verlängerte, Myomer des die vordere Fortsetzung des hinteren Hauptstockes bildenden M. coraco-hyoideus vermehrt.

2) Da wo doppelte Zahlen der Nerven und die betreffenden Occipitalnerven mit ? angegeben sind, gelang es bei dem, auf dem sehr langen Wege vom Occiput bis zum ventralen Ende der hypobranchialen Muskulatur sich erstreckenden, Nervenverlaufe nicht mit Sicherheit, die — minimalen — Antheile der betreffenden occipitalen Nerven an der Versorgung des M. coraco-mandibularis ganz sicher nachzuweisen.

3) Durch den Verband der hypobranchialen Muskulatur mit dem M. depressor rostri (*dr*) kommt ausser dem ächten, hinteren Myomeren-Septum noch eine andere partielle Inscriptio tendinea zu Stande, welche somit keine primäre Bedeutung besitzt (Taf. IV Fig. 3). In Wirklichkeit existiren nur zwei, durch das hintere Septum getrennte Myomeren.

(namentlich bei den Notidaniden, *Prionodon*, *Rhina*) die Minorität bilden; den Uebereinstimmungen ist demnach kein Werth beizumessen. Das Alles zeigt, dass auch in diesem ventralen Gebiete ganz erhebliche Verschiebungen, Auflösungen und Neubildungen der ursprünglichen Myomerensepten erfolgt sein müssen, und man wird kaum fehlgehen, wenn man als einen der wesentlichsten Faktoren dafür wieder die Wanderung der vorderen Extremität annimmt. Jedenfalls sind die vorliegenden Myomeren nicht als primordiale zu beurtheilen, und ebenso wenig wie bei der epibranchialen besteht bei der hypobranchialen Muskulatur eine Kongruenz ihrer Myomeren mit der Zahl der Visceralbogen.

Die sehr gegen den motorischen Antheil zurücktretenden sensibeln Zweige des Plexus cervicalis (*Rr. cut.*, Taf. III, IV, VI Fig. 4) gehören entsprechend dem Mangel sensibler Elemente an den vorderen (rostralen) Plexuswurzeln dem hinteren (caudalen) Abschnitte des Plexus an. Sie lösen sich in Ein- oder Zweizahl, seltener in Mehrzahl an der Grenze des Plexus cervicalis und Pl. brachialis, gewöhnlich während oder nach der Kreuzung mit dem N. vagus, ab und verlaufen hinter (caudal von) dem hypobranchialen Hauptstamm, wie dieser und parallel mit ihm zwischen letztem Visceralbogen und Schultergürtel in ventro-rostraler Richtung theils über, theils und hauptsächlich unter dem letzten M. coraco-branchialis. Während aber der motorische Hauptstamm in der Tiefe der hypobranchialen Muskulatur verbleibt, treten auch die von dem letzten M. coraco-branchialis zuerst bedeckten sensibeln Zweige an die Oberfläche und verzweigen sich in dem vor dem Schultergürtel liegenden ventralen Bereiche der Haut (Taf. III, IV Figg. 1, 2, Taf. VI Fig. 4).

In der Einzahl, aber danach in mehrere Zweige zerfallend, fand ich diese sensibeln Aeste bei *Heptanchus*, *Spinax*, *Cestracion*, *Prionodon*, *Torpedo* (Taf. IV Fig. 9), zweiwurzelig (die vordere Wurzel von dem Hauptstamm des Plexus cervicalis, die hintere von der ersten Wurzel des Pl. brachialis sich ablösend) bei *Centophorus* (Taf. III Fig. 6), *Mustelus* indiv., *Rhina* (Taf. III Fig. 12), dreiwurzelig bei *Odontaspis* (Taf. III Fig. 9), in der Zweizahl (bald von dem Plexus cervicalis und dem Pl. brachialis, bald nur von letzterem sich ablösend) bei *Scymnus* (Taf. III Fig. 5), *Laemargus* (Taf. VI Fig. 4), *Scyllium* indiv., *Mustelus* indiv. (Taf. IV Fig. 1) und *Galeus*. Mit diesen Angaben ist der zu beobachtende Wechsel lange nicht erschöpft, doch besitzen die bestehenden Variirungen keine tiefere Bedeutung.

In selteneren Fällen können feinere sensible Aeste (*Rr. cut.*) auch vor der Kreuzung mit dem Vagus abgehen (z. B. bei *Heptanchus*, Taf. II Fig. 1; *Laemargus*, Taf. II Fig. 2); selbst dem epibranchialen Plexus sind sie nicht fremd (*Heptanchus*, Taf. II Fig. 1) und entstammen hier der sensibeln Wurzel von *z*.

Wie schon oben (pag. 368, 369) angegeben, fasse ich das auffallende Zurücktreten der sensibeln Elemente in dem Plexus cervicalis als eine sekundäre Erscheinung auf, die mit der hohen Entfaltung der sensibeln Rr. laterales

nervi vagi zusammenhängt. In dem Maasse, als diese sich mehr und mehr ausbreiteten und ihr Gebiet vergrösserten, wurden die ursprünglichen, spinalen, sensibeln Bezirke mehr und mehr von ihnen unterdrückt und verfielen nach und nach einem Reduktionsprocesse, der successive von vorn nach hinten in verschiedenem Grade — bei den höheren Abtheilungen meist weiter als bei der tieferen — sich ausdehnte (vergl. insbesondere auch die Zusammenstellungen über die Existenz der sensibeln Wurzeln bei den Spinalnerven (pag. 392).

7. Epibranchiale spinale Muskulatur.

(M. subspinalis und Mm. interbasales).

Taf. II Figg. 1, 2, Taf. IV Figg. 1, 2, Taf. V.

Die erste Kenntniss der Mm. subspinalis und interbasales verdanken wir Vetter, der den M. subspinalis bei *Acanthias* (1874 pag. 444) und *Chimaera* (1878 pagg. 449 und 462) und die Mm. interbasales (von ihm Mm. interarcuales I genannt, 1874 pag. 441 f.), bei *Heptanchus* und *Acanthias* an sich richtig beschrieb, auch den Mangel der Interarcuales I bei *Scymnus* richtig erkannte, aber darin irrte, dass er Subspinalis wie Interarcuales I durch den Vagus versorgen liess und letztere mit den (wirklich von Vagus und Glossopharyngeus innervirten, den Interbasales aber ganz heterogenen) Interarcuales II und III zusammenwarf. Weiteres und Richtigeres theilt Dohrn über den M. subspinalis mit; derselbe sei etwa wie die Mm. coraco-hyoideus und coraco-mandibularis vielleicht nach vorn gewandert (1884 pag. 17), er nehme aus den vordersten, sehr rudimentären Urwirbeln (van Wijhe's 6.—9. Myotome) seinen Ursprung (1885 pag. 446), oralwärts vor ihm werde keine Urwirbelmuskulatur am Kopfe gefunden (1885 pag. 465), er repräsentire die vordersten Hypoglossus-Myotome, es werde aber nicht festzustellen sein, ob er nicht auch seinerseits Material der hintersten Vagus-Myotome in sich schliesse (1890 B. pag. 355). Der Mm. interbasales thut er keine Erwähnung. Ich fand dann (1895 pagg. 132—134), dass sowohl der M. subspinalis wie die Mm. interarcuales I Vetter's in übereinstimmender Weise von Zweigen der Occipital- und Spinalnerven versorgt würden, trennte darauf hin die Letzteren unter dem Namen Mm. interbasales von den vom Glossopharyngeus und Vagus versorgten und auch sonst recht abweichende Verhältnisse darbietenden Mm. interarcuales II und III Vetter's (für die ich die Namen Mm. arcuales dorsales wählte) ab und vereinigte M. subspinalis und Mm. interbasales nach Gegenbaur's Vorschlage zu der epibranchialen spinalen Muskulatur.

Die metamerische Zusammengehörigkeit des Subspinalis und der Interbasales dürfte meines Erachtens nicht zu bezweifeln sein; über die übereinstimmende Art

ihrer Innervation durch epibranchiale Nervenzweige resp. den epibranchialen Nebenplexus habe ich mich bereits geäussert (pag. 398 f.). In der Folge soll Einiges über die speciellere Anordnung und Struktur dieser Muskeln mitgetheilt werden.

I. M. subspinalis.

Taf. II Figg. 1, 2, Taf. IV Figg. 1, 2, 4, 6, Taf. V; *sbsp.*

Der M. subspinalis (*sbsp.*) stellt einen von der Ventralfläche des hinteren Theiles des Craniums (*Cra.*) und des Anfanges des Rumpfes (Seitentheil der Wirbel, ventrale Fascie der Seitenrumpfmuskulatur) entspringenden und entweder in das ventrale Längsband der Wirbelsäule (*Lg. vb. c.*) übergehenden oder an den Basalia des ersten resp. der zwei ersten Kiemenbogen (*Br. 1* und *Br. 2*) endenden Muskel dar, welcher somit der Ventralfläche des Craniums und des Rumpfanfanges dicht anliegt und von occipitalen Zweigen versorgt wird. Er ist also ein hypaxonischer und zugleich epibranchialer spinaler Muskel.

Nach seinem Bau kann man unterscheiden zwischen dem M. subspinalis der Notidaniden, der übrigen pentanchen Haie und der Holocephalen. Den untersuchten Rochen fehlt er.

1. Notidanidae.

Taf. II Fig. 1, Taf. V Figg. 1, 2; *sbsp. a* und *sbsp. b.*

Der M. subspinalis der Notidaniden *Heptanchus* und *Hexanchus* stellt sich den gleichnamigen Gebilden aller anderen untersuchten Selachier und Holocephalen dadurch gegenüber, dass er unter Verbindung mit dem der Gegenseite in der Hauptmasse oder ausschliesslich einen unpaaren, aus mehrfachen Myomeren undeutlich zusammengesetzten Muskel bildet, der mit dem Basale des 1. Kiemenbogens in keiner direkten Verbindung steht, sondern ventral an demselben vorbeiziehend an dem Rumpfskelet resp. dem ventralen Bandapparat desselben (Lig. vertebrale longitudinale ventrale, *Lg. vb. c.*) endet (*sbsp. a.*); nur ein kleiner dorsaler, durch die erste Epibranchialarterie (*A. epibr. 1*) von der Hauptmasse abgetrennter Theil inserirt an dem Basale 1 (*sbsp. b*).

Bei Heptanchus (Taf. II Fig. 1, Taf. V Fig. 1, *sbsp. a.*) repräsentirt er einen kräftigen und dicken unpaaren Muskel von mässiger Breite, welcher in der Länge von $3\frac{1}{2}$—4 Wirbeln von der ventralen Fläche der Schädelbasis entspringt. Mit seinem vorderen Ende ragt er bis zum Niveau der Austrittsstelle des Nervus facialis oder selbst noch ein wenig weiter vor, mit seinem lateralen Rande und seiner dorsalen Fläche verbindet er sich sehnig mit dem dorso-lateralen Rumpfmuskel (*dl. M. dl*, der bald ebenso weit vorn wie er (Taf. V Fig. 1), bald noch etwas weiter vorn (Taf. II Fig. 1) von dem Cranium Ausgang nimmt. Der im Inneren stark fleischige,

an der Aussenfläche aber vorn und hinten sehnige Muskel (Taf. V Fig. 1) verschmälert sich während seines Verlaufes nach hinten und geht vor den durch ein kräftiges Band fast symphytisch mit einander verbundenen Basalia des 1. Kiemenbogens in eine schlanke, aber kräftige Sehne über, welche ventral von der genannten Symphyse vorbeizieht und sich dann in das Lig. vertebrale commune ventrale (*Lg. vb. c.*) einwebt. Die durch die Arteria epibranchialis I (*A. epbr. 1*) von ihm abgetheilte, viel kleinere, dorsolateral von der Hauptmasse gelegene Partie (*sbsp. b*) geht schliesslich entweder ganz (1 mal) oder zum grösseren Theile (3 mal) in die Hauptsehne über; nur ein ganz kleines, unter 4 Fällen 1 mal vermisstes, Muskelfascikel endet an dem Basale 1. — Bei Hexanchus (Taf. V Fig. 2) ist der Muskel (*sbsp. a*) viel mehr in die Breite ausgedehnt, aber nicht von der gleichen Dicke wie bei *Heptanchus*; auch ist er in der Ursprungshälfte, die übrigens wie bei *Heptanchus* in der Längenausdehnung von etwa 4 Wirbeln von der Schädelbasis entspringt, von dem der Gegenseite etwas getrennt und erst in der Mitte seines Verlaufes mit dem der Gegenseite zu einem unpaaren Muskel verbunden. Ferner gewinnt in der Insertionshälfte das sehnige Gewebe zunehmend die Oberhand — alles Zeichen einer weiter vorgeschrittenen Degeneration im Vergleiche mit *Heptanchus* —, um schliesslich unter bedeutender Konvergenz der Fasern in eine kräftige Sehnenausbreitung (Aponeurose) überzugehen, die wie bei *Heptanchus*, aber in grösserer Breite als dort entwickelt, über die syndesmotisch verbundenen medialen Enden des rechten und linken Basale hinwegzieht und in das Lig. vertebrale commune ventrale (*Lg. vb. c.*) übergeht; doch entwickelt sich aus der Dorsalfläche dieser Aponeurose ein tieferes, unpaares, schlankes Sehnenfascikel, welches direkt an der genannten Syndesmose der Basalia inserirt. Abgetrennt von der Art. epibranchialis I. beginnt die tiefere dorso-laterale Partie des Muskels (*sbsp. b.*), rechts und links vollkommen von einander getrennt, von dem letzten Ende des Craniums und des lateralen Randes des 1. Wirbelkörpers und inserirt an dem medialen Ende des rechten und linken Basale I. Diese bei *Heptanchus* nur sehr schwach entwickelte Partie zeigt hier somit eine relativ bessere Entfaltung, tritt aber gegen die Hauptmasse noch sehr an Stärke zurück.

Hexanchus lässt damit eine weiter fortgeschrittene Tendenz zur Ausbildung des bei den pentanchen Haien zu ausschliesslicher Entfaltung gebrachten Partie *b* des M. subspinalis erkennen. Allein der paarige Ursprung des *sbsp. a* scheint ihm eine primitivere Stellung als *Heptanchus* zuzuweisen; doch kann diese Sonderung auch erst sekundär in Folge der Dickenabnahme des Muskels gegenüber *Heptanchus* erfolgt sein. Beide Notidaniden zeigen eine metamere Struktur des M. subspinalis, die aber nur auf Durchschnitten und nicht gerade deutlich erkannt wird; es wurden 3—5 ungleich entwickelte und durch sehr schräg gestellte Septen unvollkommen von einander gesonderte Myomeren aufgefunden.

Innervirt von 2—4 feinen Rami subspinales (*Rr. sbsp.*), welche den 3—4 ersten Occipitalnerven (*v, w, x, y* oder *w, x, y*, einmal bei *Heptanchus* auch einem freien Fädchen von *z*) entstammen. Dieselben treten am Lateralsaum der Dorsalfläche in den Muskel (*sbsp. a*) ein und verzweigen sich hier entsprechend den Myomeren des-

selben mit vielen feinen Zweigen. Der M. subspinalis *b* wird in der Regel von dem letzten Ramus subspinalis, der zum Haupttheile von *y* kommt, versorgt.

2. Pentanche Haie.

Taf. II Fig. 2, Taf. III Fig. 3, Taf. IV Fig. 1, Taf. V Figg. 3—8; *sbsp.*.

Bei allen anderen untersuchten Haien zeigt der M. subspinalis, wenn vorhanden, allenthalben eine lediglich auf das Kiemenskelet koncentrirte Insertion und zugleich eine Lage dorsal von der ersten Epibranchialarterie; er ist somit lediglich von der tieferen, dorsolateralen Partie bei den Notidaniden (*sbsp. b*) unter höherer Ausbildung derselben ableitbar, während die Hauptmasse der Notidaniden (*sbsp. a*) vollkommen in Rückbildung getreten ist; die Lage der Epibranchialarterie macht es zugleich ganz unwahrscheinlich, dass Theile von *sbsp. a* unter Lösung der alten Verbindungen mit dem Lig. vertebrale commune ventrale und unter Bildung von neuen aberrativen Verbänden mit den Basalien der Kiemenbogen erhalten geblieben sind. Dementsprechend ist der Muskel bei allen untersuchten pentanchen Haien in durchweg paariger Anordnung vorhanden, und zwar sind beide Muskeln im grösseren Theile ihres Verlaufs meist durch einen mehr oder minder breiten Zwischenraum von einander getrennt, seltener (*Scyllium* Taf. V Fig. 5, namentlich aber *Prionodon*) einander genähert.

Die Grössenentwickelung schwankt bei den untersuchten Haien erheblich: bei *Laemargus* (Taf. V Fig. 4) ist der Muskel nicht breit, aber dick und fleischig, bei *Scyllium* (Taf. V Fig. 5) breit aber mässig dick, bei *Acanthias* (Taf. V Fig. 3) und *Galeus* in Breite und Dicke von mittlerer Entwickelung, bei *Spinax* schmäler aber dicker als bei *Acanthias*, bei *Mustelus* ähnlich *Galeus*, aber schwächer, bei *Centrophorus*, *Odontaspis* (Taf. V Fig. 6) und *Prionodon* ziemlich schmal und dünn, bei *Rhina* (Taf. V Fig. 7) zu einem ganz schmalen, unbedeutenden Muskelbande reducirt, bei *Scymnus* (Taf. V Fig. 8) und *Cestracion* endlich völlig rückgebildet; bei *Scymnus* fehlen zugleich die Mm. interbasales, bei *Cestracion* sind dieselben, wenn auch in mässigen Dimensionen, wohl ausgebildet. *Scymnus* tritt durch dieses Verhalten in bemerkenswerthen Gegensatz zu dem nahe verwandten *Laemargus*[1]).

Nicht minder wechselt der Ursprung. Er beginnt bei *Galeus* von dem Ende der Schädelbasis und der Ventralfascie der dorso-lateralen Rumpfmuskulatur im Bereiche der 3—4 ersten Wirbel, sowie von den lateralen Theilen dieser selbst, soweit sie nicht von Muskeln bedeckt sind, bei *Centrophorus*, *Acanthias* (Taf. V Fig. 3), *Scyllium* (Taf. V Fig. 5) und *Mustelus* von der Rumpfmuskulatur und dem lateralen Bereiche

1) Diese Differenz, sowie eine weiter unten noch zu erwähnende, betreffend das Verhalten der Mm. coracobranchiales, ist jedenfalls erheblich genug, um die Gattung *Laemargus* von der Gattung *Scymnus* zu separiren. Ob sie aber das Recht gebe, beide Genera als Repräsentanten besonderer Familien zu betrachten, wie Turner (1873 p. 84) z. Th. auf Grund später widerlegter Beobachtungen will, möchte ich bezweifeln.

der beiden ersten Wirbel, wobei der grösste Theil des Muskels vom ersten Wirbel resp. der hier befindlichen dorso-lateralen Rumpfmuskulatur entspringt, bei *Laemargus* (Taf. V Fig. 4) vom Ende des Schädels und dem Anfang des ersten Wirbels, bei *Spinax* und *Rhina* (Taf. V Fig. 7) allein vom Schädelende, bei *Prionodon* von der Rumpfmuskulatur und dem lateralen Bereiche der Wirbelsäule in der Höhe des 2.—5. Wirbels, bei *Odontaspis* (Taf. V Fig. 6) sehr weit vom Schädel entfernt von der ventralen Rumpfmuskelfascie in der Höhe des 5. und 6. Wirbels und ein wenig von der hinteren lateralen Ecke des 4. Wirbels selbst. Der Schädelursprung beschränkt sich allenthalben, sehr im Gegensatze zu den Notidaniden, auf den hinteren basalen Rand der Occipitalregion, mehr oder minder weit von der Mittellinie entfernt (Taf. V Figg. 3—7). Wie schon erwähnt, beginnt der Muskel bei *Scyllium* (Taf. V Fig. 5) mit zwei Köpfen, einem schmäleren und längeren lateralen von dem Cranium, und einem breiteren und kürzeren medialen von der Rumpfmuskulatur und dem lateralen Wirbelbereiche in der Höhe des 1. und 2. Wirbels; beide Köpfe variiren individuell hinsichtlich ihrer Schlankheit und Separation.

Von seinem Ursprunge aus verläuft der Muskel nach hinten und medialwärts, somit im weiteren Verlaufe dem der Gegenseite sich nähernd; zugleich konvergiren hierbei seine Fasern unter Zurücktreten der fleischigen und Hervortreten der sehnigen Elemente zu dem schmäleren insertiven Ende, das schliesslich rein sehnig an dem medialen Bereiche des Vorderrandes und der Dorsalfläche des Basale des ersten Kiemenbogens sich anheftet, die medialste Spitze desselben bald einnehmend, bald freilassend. Bei *Mustelus* beobachtete ich auch ein feines, von der Hauptmasse ziemlich abgesondertes Fascikel, welches an dem Basale des zweiten Kiemenbogens inserirte.

Innervirt von 1—2 Rr. subspinales (*Rr. sbsp.*), die bei den Haien mit 3 Occipitalnerven meist von *x* und *y*, bei denjenigen mit 2 Occipitalnerven in der Regel von *y* oder *y* und *z* abstammen. Die Nerven, deren Grösse sich nach dem Volumen des Muskels richtet, treten in die Dorsalfläche des Muskels ein und versehen denselben hier mit zahlreichen, oft ungemein komplicirt verästelten Zweigen (siehe z. B. bei *Laemargus*, Taf. III Fig. 3). Des Näheren verweise ich auf p. 398 f.

3. Rochen.

Taf. V Fig. 9.

Bei den untersuchten Rochen (*Torpedo*, *Rhinobatus*, *Raja*, Taf. V Fig. 9) fehlt allenthalben ein M. subspinalis und war auch bei mikroskopischer Untersuchung nicht in Rudimenten nachweisbar. Man wird kaum fehlgehen, wenn man diesen Mangel durch die vollkommene Rückbildung eines wahrscheinlich bei den Vorfahren der Rochen vorhandenen Muskels erklärt.

Ebenso wurde auch bei der sorgfältigsten Durchmusterung nichts von Rudimenten eines N. subspinalis gefunden.

4. Holocephalen.

Taf. IV Fig. 2, Taf. V Fig. 10 (*sbsp.*).

Der M. subspinalis, welcher bei *Chimaera* (Taf. IV Fig. 2) und *Callorhynchus* (Taf. V Fig. 10) in der Hauptsache in gleicher Weise ausgebildet ist, schliesst sich am meisten an denjenigen der pentanchen Haie an, zeigt aber Besonderheiten, welche ihn nicht ohne Weiteres mit den Bildungen bei diesen vereinigen lassen. Er repräsentirt einen sehr kräftigen, namentlich in der Fläche mächtig ausgebildeten, alle unter 2 aufgeführten Mm. subspinales der Haie bei Weitem an Grösse übertreffenden Muskel, der von der basalen Fläche des Schädels und der in ihn eingegangenen occipito-spinalen Wirbelelemente in grosser Ausdehnung entspringt, vorn breit von dem Boden der Orbita beginnend. Bei *Chimaera* gelingt es unschwer, den vom eigentlichen Cranium kommenden grösseren Theil und den von dem damit vereinigten occipito-spinalen Wirbelkomplexe entspringenden kleineren Theil von einander zu sondern. Bei *Callorhynchus* war diese Scheidung nicht so sicher, wie hier überhaupt der Muskel mit dem hinteren Wirbelschädel-Ende minder deutlich resp. nur mit seinem lateralen Rande verbunden war (Taf. V Fig. 10); das Alles mag aber auch in der mangelhaften Erhaltung des untersuchten Thieres (theilweise Auflösung des Bindegewebes, grosse Brüchigkeit der Muskelfasern) seine Ursache haben.

Der rechte und linke Muskel sind am Anfange (rostrales Ende) durch einen breiten Zwischenraum getrennt (Taf. V Fig. 10), kommen aber im weiteren Verlaufe nach hinten und innen (caudal- und medialwärts) einander näher; zugleich konvergiren hierbei die Fasern jedes Muskels, so dass das insertive Ende ähnlich wie bei den pentanchen Haien, doch in minderem Grade als dort, schmäler ist als der Ursprungstheil. Die Insertion geschieht recht ausgedehnt an der Dorsalfläche der Basalia des 1. und 2. Kiemenbogens, welche (namentlich das Basale des 2. Bogens) sehr ansehnlich entwickelt sind und weit nach hinten reichen. Die Insertion an dem Basale 2 steht nicht ganz unvermittelt da; schon bei *Mustelus* wurde eine solche, allerdings in geringer Ausdehnung beobachtet (p. 410).

Durch alle diese Verhältnisse dokumentirt sich der M. subspinalis der Holocephalen als ableitbar von dem der pentanchen Haie; er hat sich im Verhältniss zu diesen sehr erheblich vergrössert und hat sich dabei am Ursprung bis über einen Theil der Orbitalregion [1]), an der Insertion bis auf das Basale des 2. Kiemenbogens ausgedehnt. Es sei beiläufig bemerkt, dass die Holocephalen mit ihrem mächtig entfalteten und die Cestracionten mit ihrem völlig rückgebildeten M. subspinalis in

1) Doch ist hierbei mit in Rechnung zu ziehen, dass die Orbitalregion des Schädels bei den Holocephalen in Folge der beträchtlichen Vergrösserung des Auges sich auch auf Kosten der hinteren Schädelregionen caudalwärts ausdehnte.

diametralem Gegensatze stehen; die hinsichtlich des Kieferapparates Beider bestehenden Aehnlichkeiten sind einseitige.

Innervirt von einer epibranchialen *Ansa* (*R. sbsp.*), welche bei *Chimaera* in der Hauptsache von *y*, zum kleineren Theile von einem feineren Zweige von *z* (Taf. IV Figg. 2, 4), bei *Callorhynchus* allein von *y* gebildet wird (Taf. IV Fig. 6).

II. Mm. interbasales.

Taf. II Figg. 1, 2, Taf. IV Figg. 1, 2, 4, 6, Taf. V; *ib.*

Die Mm. interbasales (*ib*) repräsentiren kurze Muskeln von longitudinalem oder annähernd longitudinalem Faserverlaufe, welche, wie der M. subspinalis der pentanchen Haie resp. wie der M. subspinalis *b* (*sbsp. b*) der Notidaniden, ventral von den Epibranchialarterien (*A. epbr.* 1—5) gedeckt (Taf. IV Fig. 5) und von epibranchialen Nervenästen resp. dem epibranchialen Nebenplexus (p. 398 f.) versorgt werden. Sie verbinden die Basalia der auf einander folgenden Kiemenbogen und liegen immer dorsal resp. dorso-medial von den, von den Nn. glosso-pharyngeus und vagus innervirten, Mm. arcuales dorsales (*arc. d*), bald dicht neben ihnen und dann meist mit ihnen alternirend, bald weiter von ihnen entfernt.

Bei den Notidaniden zeigen sie nach Zahl (5 bei *Heptanchus*, 4 bei *Hexanchus*) und Volumen die höchste Entfaltung; bei den übrigen untersuchten pentanchen Haien sind sie stets schwächer entwickelt und entweder in der Dreizahl enthalten (*Acanthias*, *Cestracion*, *Odontaspis*, *Mustelus*, *Galeus*) oder — unter Rückbildung des letzten — nur in der Zweizahl (*Centrophorus*, *Spinax*, *Laemargus*, *Scyllium*, *Prionodon*, *Rhina*), oder sie sind gänzlich reducirt (*Scymnus*). Auch den untersuchten Rochen fehlen sie vollkommen. Bei den Holocephalen wurde nur ein Interbasalis gefunden, welcher dem Interbasalis 2 der Haie entspricht. Uebrigens bieten sie in ihrem Bau bei den verschiedenen Vertretern der Selachier und Holocephalen keine wesentlichen Abweichungen dar.

Von den fünf Mm. interbasales bei *Heptanchus* (Taf. II Fig. 1, Taf. V Fig. 1) verbindet der erste (*ib. 1*) die Basalia des 1. und 2. Kiemenbogens (*Br. 1* und *Br. 2*), der zweite (*ib. 2*) die des 2. und 3., der dritte (*ib. 3*) die des 3. und 4., der vierte (*ib. 4*) diejenigen des 4. und 5. und der fünfte (*ib. 5*) die des 5. und 6. Kiemenbogens (*Br. 5* und *Br. 6*). Zwischen dem 6. und 7. Kiemenbogen findet sich bei dem Mangel eines Basale 7 kein M. interbasalis. Sie sind durchweg sehr kräftige Muskeln von nach hinten abnehmender Stärke, welche ventral und dorsal das Niveau der Basalia überragen und nicht nur die einander zugekehrten Ränder derselben, sondern auch einen grossen Theil ihrer Ventral- und namentlich Dorsalflächen bedecken; hierbei nehmen die Ursprünge vorwiegend die Hinterränder und Ventralflächen, die Insertionen die Vorderränder und Dorsalflächen der Basalia ein. Mit den ihnen direkt

benachbarten und dicht anliegenden Mm. arcuales dorsales (*arc. d*) alterniren sie. Der erste Interbasalis verbindet die lateralen $^4/_5$ des Basale 1 mit den medialen $^3/_5$ des Basale 2 (excl. dessen mediales Ende), der 5. Interbasalis die lateralen $^3/_7$ des Basale 5 mit der medialen Hälfte des Basale 6; die drei andern nehmen in ihrer Breitenentwickelung eine Zwischenstellung zwischen diesen beiden ein. An Masse ist die Abnahme vom Interbasalis 1 zum *Ib.* 4 eine sehr allmähliche, während der *Ib.* 5 erheblich kleiner als der *Ib.* 4 ist, somit einen beträchtlich weiter vorgeschrittenen Grad von Rückbildung zeigt als seine Vorgänger. — *Hexanchus* (Taf. V Fig. 2) schliesst sich *Heptanchus* an, besitzt aber entsprechend der Verminderung seiner Kiemenbogen um den letzten nur 4 Mm. interbasales (*ib. 1—4*), welche die Basalia der 5 ersten Kiemenbogen verbinden; zwischen dem 5. und 6. Kiemenbogen ist entsprechend der Verkümmerung des Basale 6 kein Interbasalis aufzufinden. Auch hier sind die Mm. interbasales recht kräftig entwickelt, stehen aber denen von *Heptanchus* an relativer Grösse etwas nach und lassen demnach auch grössere Theile der Dorsal- und namentlich Ventralflächen der Basalia frei. Auch ihre Grösse ist eine nach hinten abnehmende, doch in anderen Verhältnissen als bei *Heptanchus*, indem der Interbasalis 1 den *Ib.* 2 reichlich um das Doppelte an Volumen übertrifft, während die *Ibb.* 2, 3 und 4 in minderem Grade differiren. Der Interbasalis 1 verbindet die lateralen $^3/_4$ des Basale 1 (*Br. 1*) mit der medialen Hälfte des Basale 2 (*Br. 2*, excl. mediale Spitze), der Interbasalis 2 die lateralen $^3/_5$ des Basale 2 mit den medialen $^3/_7$ des Basale 3 (excl. mediale Spitze), der Interbasalis 3 gleichfalls die lateralen $^3/_5$ des Basale 3 mit den medialen $^2/_5$ des Basale 4 (excl. med. Spitze), der Interbasalis 4 die lateralen $^1/_7$ des Basale 4 (*Br. 4*) mit den medialen $^2/_3$ (also wieder einen relativ mehr ausgedehnten Abschnitt) des Basale 5 (*Br. 5*, excl. med. Spitze).

Bei den pentanchen Haien mit drei Mm. interbasales (*ib. 1—3*), also *Acanthias* (Taf. V Fig. 3), *Cestracion*, *Odontaspis* (Taf. 5 Fig. 6), *Mustelus* und *Galeus*, verbindet im Interbasalis 1 (*ib. 1*) die Basalia des 1. und 2. Kiemenbogens (*Br. 1* und *2*), der Interbasalis 2 (*ib. 2*) die des 2. und 3., der Interbasalis 3 (*ib. 3*) die des 3. und 4. Kiemenbogens, und zwar nehmen die Ursprünge die hinteren Ränder und Spuren der angrenzenden Ventralsäume, die Insertionen die Vorderränder, in wechselnder Ausdehnung auch die angrenzenden Dorsalsäume resp. Dorsalflächen der Basalia ein. Doch bleiben stets, sowohl auf den ventralen (Taf. V) als auf den dorsalen Flächen (Taf. II Fig. 2, Taf. IV Fig. 1), mehr oder minder grosse Strecken der Basalia frei; immer sind die Muskeln minder voluminös als bei den Notidaniden. — Bei *Acanthias* und *Galeus* zeigen die Muskeln eine mittlere Grösse, bei *Odontaspis* und *Mustelus* sind sie schwächer, bei ersterem namentlich in der Flächenentwickelung reducirt und sehr gegen die Basalknorpel zurücktretend, bei *Cestracion* am kleinsten und schwächsten und ohne jedes annähernde Verhältniss zu den ansehnlichen Basalia. Mit Ausnahme von *Odontaspis*, dessen M. subspinalis unbedeutender als die beiden ersten Mm. interbasales, aber grösser als der M. interbasalis 3 ist, und *Cestracion*, wo der M. subspinalis gänzlich fehlt, sind sie durchweg kleiner als der Subspinalis:

ihre Grösse nimmt vom ersten bis dritten ab, bei *Acanthias*[1]) und *Cestracion* sehr allmählich, während bei *Odontaspis*, *Mustelus* und *Galeus* der letzte gegen die beiden ersten, minder an Grösse differirenden, sehr zurücktritt. Damit ist ein gewisser Uebergang zu den Arten mit nur zwei Interbasales gegeben. Bei *Cestracion* und *Odontaspis* entspringen die Muskeln mehr von den lateralen Bereichen ($^1/_3$—$^7/_8$) der Basalia und bevorzugen in ihren Insertionen mehr die medialen Abschnitte derselben (excl. die medialen Spitzen), bald in grösserer (Interbasales 1 und 2), bald in geringerer Ausdehnung (Interbasalis 3); bei *Mustelus* und *Galeus* liegen auch die Ursprünge mehr medial, d. h. entweder in der Mitte (mittleres $^1/_8$—$^3/_5$, bei Interbasalis 2 und 3) oder sie dehnen sich über einen grossen Theil der Länge der Basalia aus (mittlere $^4/_5$—$^5/_6$, bei Interbasalis 1).

Nur zwei Mm. interbasales (*ib. 1* und *2*) besitzen *Centrophorus*, *Spinax*, *Laemargus* (Taf. II Fig. 2, Taf. V Fig. 4), *Scyllium* (Taf. V Fig. 5), *Prionodon* und *Rhina* (Taf. V Fig. 7); — *Odontaspis*, *Mustelus* und *Galeus* mit ihrem sehr reducirten Interbasalis 3 bilden, wie schon erwähnt, den Uebergang von der vorhergehenden Gruppe der pentanchen Haie. Im Uebrigen verhalten sich beide Interbasales wie die beiden ersten dieser Gruppe. Bei *Prionodon* sind beide Muskeln von mittlerer Entfaltung, bei *Laemargus* sind sie ziemlich dick, aber von geringer Breitenentwickelung, bei *Spinax* und *Scyllium* ist der Interbasalis 1 relativ gut, der Interbasalis 2 dagegen schwach ausgebildet, bei *Centrophorus* sind beide schwach entwickelt, bei *Rhina* zu ganz schmalen, auf die medialen Bereiche der Basalia beschränkten Bändern reducirt. Mit Ausnahme des Interbasalis 1 von *Prionodon*, der den Subspinalis dieses Thieres etwas an Masse übertrifft, sind sie durchweg kleiner als dieser Muskel, zugleich von nach hinten abnehmender Grösse, wobei beide bald wenig (*Centrophorus*, *Laemargus*, *Prionodon*, *Rhina*), bald erheblicher (*Scyllium* und namentlich *Spinax*) in ihrem Volumen differiren. Die Ursprünge des Interbasalis 1 erstrecken sich über den grösseren lateralen (*Spinax*, *Prionodon*) oder den grösseren mittleren Bereich (*Centrophorus*, *Laemargus*, *Scyllium*), oder beschränken sich auf das mediale $^1/_5$ (*Rhina*) des Basale 1; die des Interbasalis 2 nehmen die lateralen $^2/_3$ excl. das laterale Ende (*Laemargus*) oder die lateralen $^2/_5$ (*Prionodon*) oder das zweite laterale $^1/_4$—$^1/_5$ (d. h. das zweite $^1/_4$—$^1/_5$ vom lateralen Ende her gerechnet, *Spinax*, *Scyllium*) oder das dritte laterale $^1/_6$ (*Centrophorus*) oder das mediale $^1/_6$ (*Rhina*) des Basale 2 ein; und zwar beginnen sie hier von den Hinterrändern und z. Th. den angrenzenden Ventralsäumen dieser Basalia. Die Insertionen des Interbasalis 1 erstrecken sich, und zwar bei allen hierher gehörigen Haien unter Freibleiben der medialen Spitzen der Basalia, bei *Laemargus* über den grösseren Theil, bei *Spinax* und *Scyllium* über die medialen $^1/_2$—$^3/_5$, bei *Prionodon* über die beiden mittleren $^1/_4$, bei *Centrophorus* über das 2. und 3. mediale $^1/_6$ und beschränken sich bei *Rhina* auf das mediale Ende des Vorderrandes und z. Th. der Dorsalfläche des Basale 2; der Interbasalis 2 inserirt breiter (mehr

1) Einmal war bei *Acanthias* (linkerseits) der M. interbasalis 3 in zwei Fascikel zerfallen (Taf. V Fig. 3).

als die mediale Hälfte bei *Laemargus*, *Scyllium* und *Prionodon*) oder schmäler (weniger als die mediale Hälfte bei *Centrophorus* und *Spinax*), jedoch auch mit Ausnahme der medialsten Spitze an dem Basale 3; bei *Rhina* jedoch heftet er sich nur an dem medialen Ende des Basale 3 an. — *Scyllium* und namentlich *Spinax* mit ihren sehr reducirten Interbasales 2 leiten zu einem Zustande über, wo nur noch der Interbasalis 1 erhalten geblieben ist, *Rhina* mit der beträchtlichen Reduktion der Interbasales 1 und 3 zu einem solchen, wo die Interbasales gänzlich verkümmert sind.

Die Existenz des M. interbasalis 1 allein wurde bei keinem der untersuchten Haie gefunden; dagegen zeigte *Scymnus* (Taf. V Fig. 2) auch bei mikroskopischer Durchmusterung der zwischen den Basalia der drei ersten Kiemenbogen gelegenen Interstitien keine Spur eines Gebildes, welches einem M. interbasalis verglichen werden könnte. Bereits Vetter (1874 p. 442) hat hier den gänzlichen Mangel der Interbasales (Interarcuales I Vetter's) angegeben; sie fehlen an den von ihm und mir untersuchten Exemplaren spurlos.

Auch bei den untersuchten Rochen (cf. Taf. V Fig. 9) wurde jede Andeutung eines Interbasalis vermisst. Nach den bei den Haien gemachten Erfahrungen und auf Grund der weitgegangenen Reduktion der Occipitalnerven wird man auch hier eine totale Verkümmerung der bei den Vorfahren vorhandenen Muskeln annehmen können.

Bei den Holocephalen, *Chimaera* (Taf. IV Fig. 2) und *Callorhynchus*, wurde nur ein sehr kleiner M. interbasalis 2 (*ib. 2*) zwischen den Mitten der Basalia des 2. und 3. Kiemenbogens gefunden. Ob der Interbasalis 1 ganz verkümmert oder unter Aufgabe seiner Selbständigkeit und unter Aberration seiner Fasern in dem mächtigen, bis über das Basale 2 erstreckten Subspinalis (cf. p. 411) aufgegangen ist, konnte nicht entschieden werden. Ich neige zur ersteren Annahme.

Innervirt werden die Mm. interbasales von den Rr. interbasales (*Rr.ib.*), welche den epibranchialen Nerven resp. dem epibranchialen Nebenplexus (p. 398 f.) entstammen. Bei den Notidaniden gehen in der Regel 2—4 Rr. subspinales zu ihm (2—4 bei *Heptanchus*, 2—3 bei *Hexanchus*), welche den drei letzten Occipitalnerven (*x*, *y*, *z*) entstammen; bei *Heptanchus* wurde in einem genauer untersuchten Falle der Interbasalis 1 von *x* und namentlich *y*, der Interbasalis 2 von *y*, der Interbasalis 3 von *y* und *z*, die Interbasales 4 und 5 von *z* versorgt. Bei den pentanchen Haien finden sich meist 1—2, doch auch mitunter (z. B. bei *Cestracion*) 3 Rr. interbasales, welche *y* und *z* angehören und auch (z. B. bei *Scyllium* und *Odontaspis*) von einem feinen, dem N. spinalis 1 entstammenden Faden verstärkt werden können. Der äusserst feine R. interbasalis von *Chimaera* kam von *z*, der von *Callorhynchus* von *y*. Alle Rr. interbasales verlaufen medial von dem Vagusstamme zu ihren Muskeln und treten in deren Dorsalfläche ein, sich von da aus weiter im Muskelfleische verästelnd (Taf. II Figg. 1 und 2); bei *Laemargus* bildeten sie vor dem Eintritte in ihre Muskeln einen rekurrenten Bogen.

III. Allgemeinere Bemerkungen über die epibranchiale spinale Muskulatur.

Die Mm. subspinalis und interbasales bilden, wie ihre genauere Beschreibung zeigt, eine nach Bau, Lage und Innervation zusammengehörige spinale Muskelgruppe, welche ähnliche Beziehungen zu dem dorsalen Kiemenbogenbereiche aufweist, wie die Mm. coraco-arcuales zu dem ventralen. Sie wurde daher in Parallele zu diesen hypobranchialen spinalen Muskeln im Vorhergehenden als epibranchiale spinale Muskulatur bezeichnet und zusammengefasst. Die beiden Komponenten dieser Muskelgruppe charakterisirt der in der Hauptsache longitudinale Faserverlauf, die Insertion an den dorsalen Basalia (Pharyngobranchialia) der Kiemenbogen und die Innervation durch feine epibranchiale Nerven resp. Zweige des epibranchialen Nebenplexus; die hinteren Mm. interbasales unterscheiden sich aber von dem vorderen M. subspinalis dadurch, dass sie auch mit ihren Ursprüngen, also in ihrer ganzen Totalität, im Bereiche der Kiemenbogen-Basalia liegen, während der M. subspinalis stets von der Ventralfläche des Kopfes oder Rumpfanfanges ausgeht.

Der Subspinalis stellt somit bei den pentanchen Haien und bei den Holocephalen einen in der Hauptsache hypaxonischen Muskel dar. Bei den Notidaniden tritt diese hypaxonische Natur weit klarer zu Tage: hier bildet die überwiegende Hauptmasse des Muskels (*sbsp. a*) in ihrem ganzen Verlaufe einen reinen hypaxonischen Muskel, der ausgedehnt von der Ventralfläche des Craniums beginnt und in dem Lig. vertebrale commune ventrale der Wirbelsäule endet, aber nur mit einer kleineren dorso-lateralen, von der Hauptmasse durch die erste Epibranchialarterie abgesonderten Partie (*sbsp. b*) Insertion an dem, übrigens mit seinem medialen Ende von dem Sehnentheil der Hauptmasse von unten (ventral) her gedeckten, Basale I gewonnen hat. Diese kleinere Partie bildet den Ausgang für den M. subspinalis der pentanchen Haie und Holocephalen, der hier in grossem Wechsel der Lage und Grösse entwickelt ist und zumeist ansehnlichere Dimensionen erreicht als der Subspinalis *b* der Notidaniden; die rein hypaxonische Hauptmasse (*sbsp. a*) dieser primordialen Haie, von welcher *sbsp. b* erst abzuleiten war, ist dagegen bei den höheren pentanchen Haien völlig zurückgebildet.

Die Variabilität in der Lage des M. subspinalis der pentanchen Haie, dessen ursprünglich an den Kopf gebundener Ursprung auch auf den Rumpf übergreifen und selbst (*Prionodon*, *Odontaspis*) unter Aufgabe der alten Ursprungsstelle sich auf letzteren beschränken kann, lässt auch die Existenz und Bildung der Mm. interbasales nicht ganz unvermittelt erscheinen. Sie repräsentiren ganz auf das Kiemenskelet lokalisirte Muskeln; ihre Innervation und ihr sonstiges Verhalten lässt jedoch erkennen, dass sie von einer ursprünglichen hypaxonischen Muskulatur in dieser Gegend abstammen. Aber nichts verräth mehr die Existenz dieser Muskulatur, will man nicht den Subspinalis *a* der Notidaniden als ihren Vater ansehen und ihre mehr caudale Lage auf die später erfolgte Wanderung des Kiemenskelets nach hinten

zurückführen. Hier kann zunächst nur die Hypothese als vorläufige Ergänzung eintreten. Ich bin geneigt, bei den frühesten Vorfahren der Haie die Existenz eines rein hypaxonischen Längsmuskels anzunehmen, der sich vom Kopfe bis zum Ende des — damals noch wenig weit caudalwärts gerückten — Kiemenapparates erstreckte, zugleich die medialen Enden der Kiemenbasalia von unten (ventral) her deckte, aber nicht eigentlich an ihnen inserirte, sondern seine hintere Anheftung an der Ventralfläche der Wirbelsäule fand. Diese Muskelmasse wurde, gerade so wie der gesammte Subspinalis der Notaniden von der Art. epibranchialis 1, von allen folgenden (in ihrer Zahl von der Zahl der Kiemenbogen abhängigen) Epibranchialarterien durchsetzt; die dorsal von diesen Arterien liegenden und nach ihrer Lage zu den Basalia in relativ näheren Beziehungen stehenden Muskelpartien waren anfangs klein und wenig selbständig, entfalteten sich aber nach und nach zu ansehnlicherer Masse und grösserer Selbständigkeit und bildeten die Mm. interbasales, während die mehr ventral und medial liegende hypaxonische Hauptmasse sich zurückbildete resp. zu dem Subspinalis *a* der Notidaniden zurückzog. Letzterer würde somit den vorderen (rostralen) Theil dieses ursprünglich etwas mehr nach hinten ausgebreiteten Muskels repräsentiren. So die Hypothese. — Bei den Notidaniden zeigen die Mm. interbasales noch eine hohe Entfaltung und grenzen mehr oder minder direkt an einander; bei den pentanchen Haien sind sie weiter zurückgebildet, durch grössere Skeletflächen von einander getrennt und bieten alle Stadien der Reduktion bis zum völligen Schwunde dar.

Aehnliches gilt auch für die Rückbildung des M. subspinalis. Bei *Scymnus* und den Rochen ist jede Spur dieser primordialen Muskelgruppe (Subspinalis und Interbasales) verschwunden; sie kommt auch bei den höheren Fischen, Dipnoern, Amphibien und Amnioten nicht wieder zum Vorschein. Nur die Holocephalen zeigen noch Elemente derselben in besonderer, selbst recht hoher Ausbildung erhalten (Subspinalis), während von den Interbasales nur noch ein winziger Rest persistirt (Interbasalis 2).

Hervorzuheben ist die Lage der Nn. epibranchiales zu dem N. vagus. Während alle anderen den occipitalen und spinalen Nerven entstammenden Zweige den Vagus derart kreuzen, dass sie oberflächlich lateral an ihm vorüberziehen, gelangen die epibranchialen Nerven medial vom Vagus zu den von ihnen versorgten Mm. subspinalis und interbasales. Auch darin spricht sich ein primordiales Verhalten dieser Nerven und Muskeln aus, indem die zu medial gelegenen Urwirbel-Derivaten (Myotome) gehenden Nn. epibranchiales ihre ursprüngliche mediale Lage gegenüber dem lateral zu lateralen Seitenplatten-Abkömmlingen (viscerale Muskeln) gelangenden N. vagus gewahrt haben. — Dass die metamerische Gliederung und Aufeinanderfolge der einzelnen die epibranchiale Muskulatur zusammensetzenden Komponenten gegenüber derjenigen des Visceralskelets ihre durchaus eigenen Wege geht, wird durch die Innervation bewiesen (cf. p. 399, 400). Zwischen den epibranchialen Muskeln nebst ihren Nervenwurzeln und den Kiemenbogen besteht eine ursprüngliche Dysmetamerie und die anscheinend nach dem Kiemenskelet sich richtende Anordnung der Mm.

interbasales ist eine durchaus sekundäre Anpassung der ihm von Natur heterogenen Muskeln an dasselbe.

8. Hypobranchiale spinale Muskulatur.

(Mm. coraco-arcuales mit den Mm. coraco-branchiales, coraco-hyoideus und coraco-mandibularis).

Taf. III, IV Figg. 1—3, 9, Taf. VI.

Ueber die hypobranchialen spinalen Muskeln der Selachier und Holocephalen machen Cuvier-Duméril (1838 p. 71, 1840 p. 271, 272) die ersten genaueren Angaben, allerdings ohne Angabe der Innervation derselben. Sie — Duméril ist der Hauptgewährsmann für diese Angaben — unterscheiden bei Rochen und bei *Chimaera* Mm. coraco-maxillaris (coraco-maxilliens et coraco-géniens s. sterno-maxilliens s. génio-hyoidiens), coraco-hyoidei (coraco-hyoidiens et coraco-cératoidiens) und coraco-pharyngei (coraco-pharyngiens); letztere sind identisch mit den Coraco-branchiales Vetter's. Stannius (1847 p. 89 und p. 122, 1853 p. 142) führt kleinere Muskeln der Kiemenbogen-Copulae (p. 89, wahrscheinlich grösstentheils identisch mit den Coraco-branchiales) und Muskeln, die vom Schultergürtel nach dem Zungenbein verlaufen (identisch mit dem Coraco-hyoideus) und den M. sterno-mandibularis (identisch mit dem Coraco-mandibularis), Bonsdorff (1853 p. 221) Mm. sterno-hyoidei und sterno-thyreoidei mit Berücksichtigung der Innervation, aber ohne genauere Beschreibung an; ob die Mm. sterno-thyreoidei Theilen der Coraco-branchiales entsprechen, muss dahingestellt bleiben. Kurze, zumeist aber kaum brauchbare Angaben enthält Humphry's Arbeit über *Mustelus* (1872). — Die Hauptarbeit über die viscerale Muskulatur der Haie und Holocephalen bilden Vetter's Untersuchungen über die Kiemen- und Kiefermuskulatur der Fische (1874 und 1878), in denselben werden auf Grund des Baues und der einheitlichen Innervation durch Nn. spinales die Mm. coraco-branchiales, coraco-hyoideus und coraco-mandibularis als Coraco-arcuales oder ventrale Längsmuskeln des Visceralskelets zusammengefasst. — Zwei Jahre später, wie es scheint in Unkenntniss der Untersuchungen Vetter's, erscheint Albrecht's Beitrag zur Morphologie des M. omohyoides (1876), in dem, ohne Angaben über Innervation, auch die Mm. coraco-hyoideus (Omozonio-hyoides Albrecht's) und coraco-branchiales (Interbranchiales ventrales interni Albrecht's) bei *Acanthias* und *Raja* abgebildet und beschrieben werden; in der weiteren Darstellung konfundirt aber Albrecht mit diesen Muskeln auch Theile des Constrictor superficialis ventralis bei Ganoiden, Teleostiern, und Amphibien, ein Irrthum, der bei Berücksichtigung der Innervation unmöglich gewesen wäre; die Arbeit dokumentirt einen erheblichen Rückschritt gegenüber Vetter's vortrefflichen Untersuchungen. — Schneider (1879 p. 123, 124) giebt eine kurze Beschreibung der ventralen Längsmuskeln, die er als Genio-hyoidei (identisch

mit dem Coraco-mandibularis), Sterno-hyoidei (identisch mit dem Coraco-hyoideus) und Sterno-branchiales (identisch mit den Coraco-branchiales) bezeichnet, und erwähnt hierbei, dass bei Embryonen die Fasern der Sterno-hyoidei eine Kästchenstruktur haben, die der Genio-hyoidei aber nicht. — VAN WIJHE (1882 p. 16, 42) trennt die ventralen Längsmuskeln in den M. coraco-hyoideus, welcher von Somiten-Nerven (gleich occipitalen und spinalen Nerven) versorgt wird und einer ventralen, später (Stadium *K*—*O*) nach vorn umbiegenden Verlängerung des letzten Kopf- und des ersten Rumpfsomiten sein Dasein verdankt (p. 15, 16), und in die Mm. coraco-mandibularis und coraco-branchiales, welche von dem N. vagus innervirt würden. Dieser verhängnissvolle Irrthum in der Sonderung dieser Muskulatur beherrscht die folgenden Untersuchungen; DOHRN (1884), ONODI (1886) und SCHNEIDER (1890) sind mehr oder minder von diesen Angaben beeinflusst[1]; ONODI gebührt aber das Verdienst, die speciellere Betheiligung der Occipital- und Spinalnerven an der Versorgung der Mm. coraco-mandibularis und coraco-hyoideus dargelegt zu haben. — Erst SAGEMEHL (1885 p. 106, 108—110) stellt, im Wesentlichen im Anschluss an VETTER und im Widerspruche gegen DOHRN, die Einheitlichkeit der ventralen Längsmuskulatur und ihre spinale Innervation wieder fest. Ich (1895 p. 130, 131) kam auf Grund zahlreicher Untersuchungen an Selachiern und Holocephalen in der Hauptsache zu denselben Resultaten und gab der ventralen Längsmuskulatur, im Anschluss an eine mir mündlich gewordene Mittheilung GEGENBAUR's, die Bezeichnung „hypobranchiale spinale Längsmuskulatur".

I. Specielle Beschreibung der hypobranchialen spinalen Muskulatur.

Taf. IV, VI.

Die hypobranchiale, spinale Muskulatur (Mm. coraco-arcuales) bildet eine sehr ansehnlich entwickelte, in der Hauptsache mehr oder minder zusammenhängende und durch Verband der rechten und linken Seite grösstentheils unpaar gewordene Muskelmasse, welche durch Bindegewebssepten in eine verschiedene Anzahl von Myomeren gegliedert ist, dick und kräftig von der Vorderfläche des Korakoides, sowie von ihrer eigenen tiefen Fascie beginnt und von da aus (sich bei Haien und Rochen kegelförmig verjüngend, bei Holocephalen mehr mit parallelen Fasern) nach vorn verläuft, um mit einer Anzahl von Endzipfeln an den ventralen Theilen der Kiemenbogen, am Hyoid und am Unterkiefer zu inseriren. Sie bildet hierbei eine mittlere ventrale Scheidewand zwischen dem rechten und linken Kiemenbereiche und liegt dem Herzen und den von ihm ausgehenden arteriellen Gefässen (ventrale Aorta, *Ao.*, und ventrale Anfänge der Kiemenarterien, *A. br.*) auf, zum Theil mit ihrer inneren tiefen Fascie eine Art Scheide um das Herz und den Anfang der Aorta

1) Des Näheren verweise ich auf meine Darstellung sub 6 Nervenäste für die hypobranchiale spinale Muskulatur (p. 400—405).

bildend (Taf. VI Fig. 2, *Prcd.*); hinten wird sie durch das Korakoid resp. das Korakoid und den ventralen Theil der Scapula von der hinter demselben befindlichen ventralen und ventro-lateralen Rumpfmuskulatur, welche ihr homodynam ist, geschieden, kann aber bei kräftigerer Entwickelung an der Oberfläche des Korakoids auch oberflächlich, direkt oder nur durch ein bindegewebiges Septum von ihr geschieden, in dieselbe übergehen. Zugleich wird sie von dem ventralen Constrictor superficialis gekreuzt; die oberflächliche Lage desselben bildet eine zusammenhängende, die hypobranchiale Muskulatur deckende Schichte [1]), tiefere Ursprungsfascikel greifen zwischen ihre an den Kiemenbogen und dem Zungenbein inserirenden Fascikel ein und tragen zu ihrer Scheidung bei (cf. Taf. IV Fig. 1, *csv.*); namentlich bei den Rochen wird diese Sonderung durch den zwischen Coraco-hyoideus (*chy.*) und Coraco-branchialis 1 (*cbr. 1* resp. *cbr. 1 + 2*) sich einschiebenden Depressor hyo-mandibularis (*dhm.*) eine sehr durchgreifende (Taf. VI Fig. 9).

An der ganzen Masse sind sonach ein hinterer, mittlerer Ursprungstheil, der eigentliche Hauptstock der hypobranchialen spinalen Muskulatur (*car. p*), und die von ihm ausgehenden Insertionstheile zu unterscheiden. Letztere von dem Hauptstocke meistens mehr oder minder deutlich durch Bindegewebssepten (Inscriptiones tendineae) geschieden, bilden, soweit sie an den Kiemenbogen enden, die lateralen resp. dorso-lateralen, soweit sie zum Hyoid und zur Mandibula gelangen, die vordere Fortsetzung des Hauptstockes; doch besitzt gewöhnlich der zu dem letzten Kiemenbogen und zu der Mandibula gehende Muskel eine grössere Selbständigkeit und entspringt, zu einem grossen Theil wenigstens, mehr oder minder selbständig von dem Korakoid.

In der Nomenklatur der Insertionstheile folge ich Vetter und bezeichne dieselben als Mm. coraco-branchiales, coraco-hyoideus und coraco-mandibularis. Die Mm. coraco-branchiales (*cbr*) gehen lateral resp. dorso-lateral in schräg nach oben und vorn (dorso-rostral) strebendem Faserverlaufe an die ventralen Theile der Kiemenbogen; der letzte M. coraco-branchialis bekundet seine, schon erwähnte, grössere Selbständigkeit gegenüber dem Hauptstock darin, dass er in der Hauptsache dorsolateral neben ihm vom Korakoid, in ziemlich grosser Ausdehnung dorsalwärts an dessen Vorderfläche z. Th. bis in den Bereich der Scapula (namentlich bei den Holocephalen) hinaufreichend, entspringt. Die an dem Hyoid endenden Theile bilden den bei Haien meist kräftigen M. coraco-hyoideus (*chy*), der die eigentliche Fortsetzung des Hauptstockes darstellt und in vorwiegend longitudinaler Faserrichtung nach vorn verläuft, seltener in paariger Anordnung (*Scyllium*, Rochen), meist mit dem der Gegenseite zu einem unpaaren Muskel verwachsen. Ihm liegt der zum Unterkiefer gelangende M. coraco-mandibularis (*cm*) oberflächlich auf; er bildet einen reinen Längsmuskel, der ebenfalls in der Regel total oder partiell mit dem

1) Auf den Abbildungen entfernt; nur Taf. V Fig. 2 zeigt sie an der linken Seite des Thieres als mit der Haut zurückgeschlagene, nicht gefärbte Lamelle.

der Gegenseite zu einem unpaaren Muskel verbunden ist. Hinten (am Ursprung) beginnt er meist vom Hauptstocke; er kann sich aber auch von diesem emancipiren und entspringt dann direkt vom Korakoid. Gewöhnlich ist er schwächer als der Coraco-hyoideus und kann selbst gänzlich reducirt sein.

Haien, Rochen und Holocephalen bieten im Grossen und Ganzen leicht auf einander beziehbare Verhältnisse dar, zeigen aber dabei manche Besonderheiten, die es zweckmässig erscheinen lassen, die hypobranchiale, spinale Muskulatur bei ihnen gesondert zu behandeln.

1. Haie.

Taf. IV Fig. 1, Taf. VI Fig. 1—8.

Der von der Vorderfläche des Korakoids und z. Th. von seiner eigenen tiefen, das Herz deckenden Fascie kommende Hauptstock (*car. p*) des Muskels bildet eine nach vorn zu sich verjüngende kegelförmige Muskelmasse, welche bei den verschiedenen Gattungen und Arten von verschiedener Stärke und Länge ist und von einer wechselnden Zahl von Septen (Inscriptiones tendineae) durchsetzt wird.

Die Notidaniden zeichnet eine kräftige Bildung des Hauptstockes aus; bei *Hexanchus* ist er gedrungen, bei *Heptanchus* (Taf. VI Fig. 1) schlanker. Noch kräftiger und voluminöser erscheint er bei *Scymnus* (Taf. VI Fig. 3), dem *Laemargus* (Taf. VI Fig. 4) etwas nachsteht, und bei *Rhina* (Taf. VI Fig. 8). Eine gute, etwa zwischen der von *Heptanchus* und *Hexanchus* mitten inne stehende Ausbildung zeigen *Spinax* und *Galeus*, während *Centrophorus* (Taf. VI Fig. 2) und *Acanthias* wegen Verkürzung des sonst kräftigen Muskels etwas kleinere Dimensionen darbieten; noch mehr treten aus demselben Grunde *Cestracion* (Taf. VI Fig. 5) und *Scyllium* (Taf. VI Fig. 6) zurück. *Prionodon* (Taf. VI Fig. 7) zeigt, sehr im Gegensatze von den letzterwähnten Haien, die grösste Schlankheit des übrigens auch nicht unkräftigen Hauptstockes, übertrifft somit *Heptanchus* noch in der Längendimension. Nimmt man die grösste Länge der gesammten zwischen Korakoid und Mandibula erstreckten Muskelmasse als Einheit[1]), so besitzt der Hauptstock eine Länge von annähernd $^2/_3$ bei *Scymnus*, von $^3/_5$ bei *Spinax* und *Prionodon*, von $^4/_7$ bei *Heptanchus*, *Laemargus*, *Galeus*, *Rhina*, von $^1/_2$ bei *Hexanchus*, *Odontaspis*, von $^3/_7$ bei *Centrophorus*, von $^1/_3$ bei *Scyllium* und von reichlich $^1/_4$ bei *Cestracion*.

Die Zahl und Anordnung seiner Septen und der durch sie getrennten Myomeren wechseln in erheblichem Breitengrade. Es fanden sich von Myomeren des Hauptstockes:

---

1) Bei *Rhina* (Taf. VI Fig. 8), wo der M. coraco-mandibularis fehlt, die Entfernung zwischen vorderem Rande des Korakoids und hinterem Rande der mandibularen Symphyse.

1 bei *Cestracion*,
4 „ *Spinax*, *Laemargus*, *Mustelus*,
5 „ *Acanthias*, *Scymnus*,
6 „ *Centrophorus*, *Scymnus*, *Scyllium*, *Galeus*,
7 „ *Heptanchus*, *Hexanchus*, *Odontaspis*, *Galeus*, *Rhina*,
8 „ *Heptanchus*, *Hexanchus*, *Rhina*,
12 „ *Prionodon*,

somit die unvermittelten Extreme sehr weniger und sehr vieler Myomeren bei *Cestracion* und *Prionodon*, ferner eine mässige Anzahl bei den *Spinacidae*, eine grössere bei den untersuchten *Notidanidae*, *Lamnidae* und *Rhinidae*, während die *Carchariidae* beträchtliche Differenzen zeigten. Nach vorn zu nehmen die Myomeren an Breite ab, ihre Länge (d. h. der Zwischenraum zwischen je 2 aufeinander folgenden Inscriptiones) ist annähernd die gleiche, kann aber auch Verschiedenheiten zeigen, worüber die Abbildungen auf Taf. VI berichten. Einen mannigfachen Wechsel zwischen annähernd querem (*Heptanchus*, *Centrophorus*, *Spinax*, *Scymnus*, *Laemargus*), schräg nach der Mitte und vorn aufsteigendem (*Heptanchus*, *Hexanchus*, *Scymnus*, *Scyllium*), schräg nach der Mitte und hinten absteigendem (*Cestracion*, *Rhina*), flach bogenförmigem (*Hexanchus*) und sehr tief bogenförmigem Verlaufe (*Prionodon*, in diesem Falle mit fast längslaufenden Schenkeln) bieten die Inscriptiones dar, wobei hinsichtlich des Details ebenfalls auf die Abbildungen verwiesen wird.

Der Muskel entspringt, wie schon erwähnt, in der Hauptsache von der Vorderfläche des Korakoides, mit seinen tieferen Partien auch von der eigenen tiefen Fascie; auch oberflächlich ragt er bei guter Entwickelung resp. bei mässiger Ausbildung des Korakoides über das Niveau desselben und setzt sich dann, nur durch die gewöhnliche Inscriptio von ihr getrennt, in die postzonale ventrale Rumpfmuskulatur fort. Letzteres ist der Fall bei der Mehrzahl der untersuchten Haie; bei *Prionodon* nimmt der Muskel, in sekundärer Weiterwanderung seines Ursprungstheiles nach hinten (caudalwärts), sogar Ausgang von der mehrere postzonale Rumpfmuskelmyomeren deckenden Fascie, liegt somit derselben oberflächlich auf. Andererseits fehlen bei *Laemargus*, *Rhina* und namentlich *Cestracion* die Zusammenhänge mit der postzonalen Muskulatur; der Muskel entspringt hier lediglich von dem Korakoid, das bei *Cestracion* zu einem grossen Theile als breite Platte gleich unter der Haut zu Tage liegt (Taf. VI Fig. 5, *Cor.*). Seitlich und vorn resp. medio-ventral beginnen von dem Hauptstocke, wie schon erwähnt, die Mm. coraco-branchiales, coraco-hyoideus und coraco-mandibularis.

Mm. coraco-branchiales (*cbr.*) Die Zahl dieser seitlich resp. dorso-lateral von dem Hauptstocke ausgehenden Theile beträgt bei *Heptanchus* 7 (Taf. VI Fig. 1, *cbr.* 1—7) bei *Hexanchus* 6 und bei den pentanchen Haien 5 (Taf. VI Fig. 2—8, *cbr.* 1—5); der letzte entspringt in der Regel nicht von dem Hauptstocke, sondern neben ihm vom Korakoid. Am Ursprunge noch mehr oder minder mit einander zusammenhängend, sondern sich namentlich die vorderen Mm. coraco-branchiales gegen die Insertion hin in ziemlich deutlich getrennte Endzipfel, die meist muskulös, seltener

sehnig (*Scymnus*) an dem Visceralskelete enden; hierbei schieben sich zwischen sie tiefere Ursprungsbündel des M. constrictor superficialis ventralis (Taf IV Fig. 1, *csv*), sowie die Arteriae branchiales (Taf. IV Fig. 1, *A br* 1—5) ein, zu der angegebenen Sonderung das ihrige beitragend. Zwischen dem ersten und zweiten Coraco-branchialis läuft, wie schon Vetter (1874 p. 450) richtig angiebt, keine Arterie; die entsprechende A. branchialis inferior 2 entspringt gemeinsam mit der zwischen Coraco-hyoideus und Coraco-branchialis 1 verlaufenden A. branchialis 1 (resp. 1+2). — Der letzte Coraco-branchialis (7 bei *Heptanchus*, 6 bei *Hexanchus*, 5 bei den pentanchen Haien) ist stets durch grössere Breite, sowie Selbstständigkeit im Ursprunge vor den übrigen Mm. coraco-branchiales ausgezeichnet; er erstreckt sich als breite, aber meistens mässig dicke Muskelplatte weit dorsalwärts am Korakoid hinauf und inserirt nur wenig schmäler an hinteren Kiemenbogentheilen. Die anderen Coraco-branchiales sind schmäler, aber meist etwas dicker, im Uebrigen von sehr wechselnden Dimensionen; doch ist von ihnen der Coraco-branchialis 1 ausnahmslos der kräftigste und kann selbst mitunter dem letzten Coraco-branchialis an Masse gleichkommen. Der schwächste und gegen den vorhergehenden *Cbr.* 1 sehr an Grösse zurückstehende ist meist der Coraca-branchialis 2; von da nimmt die Reihe meist successive bis *Cbr.* 5, wieder zu, doch finden sich auch Fälle, wo diese Muskeln gleich gross sind (*Heptanchus*, *Scyllium*) etc.; vereinzelt ist nicht *Cbr.* 2, sondern *Cbr.* 3 oder *Cbr.* 4 der schwächste (*Cestracion*, *Scyllium*). Gewöhnlich folgen die einzelnen Coraco-branchiales von vorn nach hinten der Reihe nach auf einander, doch kann es auch zu partiellen Deckungen der folgenden durch die vorausgehenden kommen (so namentlich bei *Rhina*, Taf. VI Fig. 8; *Scymnus*, Taf. VI Fig. 3; *Laemargus*, Taf. VI Fig. 4; *Scyllium*, Taf. VI Fig. 6). — Die gegenseitige Selbstständigkeit der beiden letzten Mm. coraco-branchiales ist in der Regel eine geringe; meist zeigen sich beide in kürzerer oder längerer Strecke, selbst bis zur Insertion hin verwachsen; auch *Cbr.* 3 kann nur theilweise von *Cbr.* 4+5 getrennt sein (*Laemargus*, Taf. VI Fig. 4; *Rhina*, Taf. VI Fig. 8). Die vorderen dagegen sind in der Regel gut gesondert, doch wird bei *Scymnus* (Taf. VI Fig. 3)[1]) eine fast vollkommene Verwachsung der insertiven Teile der beiden ersten Coraco-branchiales gefunden. Andererseits kann es auch zu Spaltungen kommen; so bot *Scymnus* eine Spaltung des *Cbr.* 3 in zwei, an verschiedenen Kiemenbogen sich anhaftende Insertionszipfel dar (Taf. VI Fig. 3, *cbr.* $3'$ und *cbr.* $3''$)[1]). — Die Insertion, die in der Regel fleischig oder vorwiegend fleischig, mitunter aber auch mit mehr oder minder entwickelten Sehnen (so namentlich bei *Scymnus* (Taf. VI Fig. 3)[1]) erfolgt, geschieht an der Copula des Hyoids (Basihyale) an den Copularia (Hypobranchialia), den angrenzenden Theilen ventraler Branchialia (Keratobranchialia), dem lateralen Bereiche der grossen gemeinsamen Endcopula der Kiemenbogen (Basibranchiale) und auch an den zwischen diesen Theilen liegenden Membranen; im Uebrigen bindet sie sich nicht an bestimmte Insertionsgebiete, sondern zeigt grosse

1) In diesen drei Besonderheiten weicht *Scymnus* erheblich von *Laemargus* ab (siehe noch p. 409 Anm. 1).

Variirungen, bezüglich welcher nur Folgendes hervorgehoben werde. Der Coraco-branchialis 1 (*cbr. 1*) inserirt meist an dem Hinterrand der Copula des Hyoids, von wo aus er auch auf dessen angrenzende Dorsalfläche (so namentlich bei den Spinacidae) und oft auch auf die der Copula hyoidea folgende Membran übergreifen kann, bei *Scyllium* ausserdem noch an dem Copulare 1; bei *Odontaspis* dagegen endet er mehr lateral und zwar hauptsächlich an dem Branchiale und Copulare 1. Der Coraco-branchialis 2 (*cbr. 2*) wechselt in seinen Insertionen zwischen dem Copulare 1 (*Centrophorus*, *Laemargus*, *Cestracion*, *Galeus*, *Prionodon*; bei *Cestracion* auch noch an dem angrenzenden Theile des Branchiale 1) und dem Copulare 2 (*Heptanchus*, *Acanthias*, *Scyllium*, *Rhina*), dem sich zumeist noch das angrenzende Endstück des Branchiale 2 beigesellt; auch participirt die zwischen beiden Copularia liegende Membran dabei in wechselnder Weise. Der Coraco-branchialis 3 (*cbr. 3*) endet entweder am Copulare 2 (*Centrophorus*, *Laemargus*) oder an diesem, dem angrenzenden Theile des Branchiale 2 und der kleinen Copula 2 (*Cestracion*) oder am Copulare 2 und den Enden der Branchialia 2 und 3 (*Galeus*) oder mit zwei getrennten Sehnenzipfeln an den Branchialia 2 und 3 (*Scymnus*) oder nur am Copulare 3 (*Scyllium*) oder am Copulare 3 und Branchiale 3 (*Heptanchus*, *Acanthias*, *Rhina*)[1]. Der Coraco-branchialis 4 (*cbr. 4*) geht zum Copulare 3 und die daran angrenzende Membran (*Centrophorus*) oder an Copulare 3 und Branchiale 3 und die grosse Endcopula (*Cestracion*) oder an Copulare 3 und Branchiale 4 (*Laemargus*)[1]) oder an Copulare 3, Branchiale 4 und die Endcopula (*Galeus*) oder an Branchiale 3 und 4 und die Endcopula (*Prionodon*) oder an Copulare 4 und Branchiale 4 (*Heptanchus*, *Acanthias*, *Scyllium*, *Rhina*) oder nur an Branchiale 4 (*Scymnus*). Der Coraco-branchialis 5 (*cbr. 5*) endet bei *Heptanchus* am Copulare 5 und dem angrenzenden Ende des Branchiale 5, bei den pentanchen Haien stets an der Endcopula und ausserdem, in wechselnder Weise, am Copulare 4 und den Branchialia 4 und 5 (*Centrophorus*) oder Copulare 4 und Branchiale 5 (*Cestracion*) oder Branchiale 5 (aber in ansehnlicher Ausdehnung, *Acanthias*, *Scymnus*, *Laemargus*, *Scyllium*, *Prionodon*, *Rhina*). Der Coraco-branchialis 6 (*cbr. 6*) von *Heptanchus* geht zu dem Copulare 6 und dem angrenzenden Ende des Branchiale 6, der Coraco-branchialis 7 (*cbr. 7*) von *Heptanchus* endlich zu dem Seitentheil der Endcopula und in beträchtlicher Strecke zu dem Branchiale 7.

M. coraco-hyoideus (*chy.*) Er bildet, da der M. coraco-mandibularis (*cm.*) sich von der gemeinsamen Masse meistens mehr oder minder emancipirt hat, die eigentliche direkte Fortsetzung des Hauptstockes nach vorn, gewissermaassen das vorderste, auf das $2^1/_2$—6fache verlängerte[2]) Myomer desselben darstellend[3]). Doch

---

1) Hierher gehört in beiden Fällen auch das von Vetter untersuchte Exemplar von *Scymnus*. Somit herrschen hier, wie es scheint, erhebliche individuelle Variirungen.

2) Unter den beobachteten Haien bilden *Spinax* mit einer — im Vergleich zu den hinteren Myomeren — $2^1/_2$fachen, *Odontaspis* mit einer 5fachen und *Prionodon* mit einer 6fachen Verlängerung dieses Myomers die Extreme; bei den meisten Haien beträgt dieselbe das 3—4fache.

3) Einmal fand ich bei *Hexanchus* im Coraco-hyoideus selbst eine dem hinteren Ende näher liegende feine Inscriptio; Vetter (1874, p. 450) erwähnt das Gleiche für die Mitte des Coraco-hyoideus von *Heptanchus*.

neigen einige Haie, vor allen *Scymnus*, zu einer etwas grösseren Emancipation des Coraco-hyoideus, indem derselbe hier mehr von der Ventralfläche im Bereiche des ersten und zweiten Myomers des Hauptstockes ausgeht; dann bildet der Coraco-branchialis 1 die eigentliche Fortsetzung des Hauptstockes. Dementsprechend wechselt seine relative Länge gegenüber der des Hauptstockes erheblich: bald beträgt sie nur $^1/_2$—$^2/_3$ desselben, bald kann sie dessen Länge erreichen oder selbst übertreffen (*Cestracion*, *Scyllium*). Bezüglich des Details verweise ich auf Taf. VI. — Immer repräsentirt der Coraco-hyoideus einen ansehnlichen Muskel[1], der in der Regel auch den Coraco-branchialis 1 übertrifft, darum auch gewöhnlich den letzteren lateral überragt. Meist sind der rechte und linke Coraco-hyoideus in der Mittellinie zu einem unpaaren Muskel vereinigt; doch können beide auch paarig neben einander und selbst in einiger Entfernung von einander verlaufen (*Scyllium*). Sein hinteres Ende beginnt immer durch Vermittelung einer gut ausgeprägten Inscriptio tendinea von dem Hauptstocke, sein vorderes Ende inserirt breit und kräftig an der Copula des Hyoids (mit Ausnahme der seitlichen, unter den Hyoidbogen sich einschiebenden Verlängerung desselben, welche häufig dem Coraco-branchialis 1 als Insertionsstelle dient), hierbei bald mehr die hintere (z. B. bei *Scymnus*, *Laemargus*) bald mehr die ventrale Fläche desselben (*Centrophorus*, *Spinax*, *Acanthias*, *Cestracion*) bevorzugend; bei *Heptanchus*, *Scyllium* und *Rhina* greift die Insertion auch auf das mit der Copula verbundene Ende des Hyoidbogens und die Kapsel des Hyo-Copular-Gelenkes über. Die Insertion geschieht meist vorwiegend muskulös; *Rhina* zeigte eine rein bindegewebige Endsehne, die in einen unpaaren (medianen) und paarigen (lateralen) Zipfel gespalten war (Taf. VI Fig. 8, *chy'* und *chy''*).

M. coraco-mandibularis (*cm*). Für den Coraco-mandibularis hat sich die bei dem Coraco-hyoideus nur angedeutete oder (*Scymnus*) nur in mässigem Grade vorgeschrittene Emancipation vom Haupstocke noch weiter vollzogen: der Coraco-mandibularis stellt einen von letzterem mehr oder minder selbstständigen Muskel dar, indem er entweder von dem medialen Bereiche der Ventralfläche desselben sich abhebt oder unter sekundärer Verlängerung nach hinten von dieser und dem Korakoid oder von letzterem allein ausgeht; mit dem zuletzt erwähnten Verhalten (Ursprung allein vom Korakoid) ist er ein vollkommen selbstständiger Muskel geworden. Auf der andern Seite bildet *Cestracion* (Taf. VI Fig. 5) eine bemerkenswerthe Ausnahme: hier bildet der Muskel die gerade Fortsetzung des aus einem einzigen Myomer bestehenden Hauptstockes und ist hierbei von demselben durch eine kräftige Inscriptio tendinea geschieden. Eine Ablösung von der Ventralfläche des Hauptstockes im Bereiche der 2—3 ersten Myomeren findet statt bei *Heptanchus* (Taf. VI Fig. 1), *Hexanchus*, *Scyllium* (Taf. VI Fig. 6) und *Odontaspis*, von dem 2. und 3. Myomer bei *Acanthias*, von den 4—5 ersten Myomeren bei *Centrophorus* (Taf. 6 Fig. 2); bei *Spinax* geht der Muskel von dem letzten, vor der Mitte des Korakoids befindlichen Myomer,

1) Bei *Cestracion* und *Scyllium* ist er relativ am schwächsten, selbst schwächer als der Coraco-mandibularis entwickelt.

bei *Mustelus*, *Galeus* und *Prionodon* (Taf. VI Fig. 7) von den 2—3 letzten Myomeren aus, entspringt aber zugleich mit seinem hinteren Ende von der ventralen Mitte des Korakoids; einen lediglich auf das Korakoid beschränkten Ursprung bieten endlich *Scymnus* (Taf. VI Fig. 3) und *Laemargus* (Taf. VI Fig. 4) dar. Es folgen somit in der Reihe der successiven Emancipation und caudalwärts gehenden Wanderung des Ursprunges des Coraco-mandibularis: Notidaniden, *Scyllium*, *Odontaspis*; *Centrophorus*; *Acanthias*; *Carchariidae*; *Spinax*; *Scymninae*. Diese Reihe steht zu der tieferen oder höheren systematischen Stellung der betreffenden Thiere in keiner direkten Relation; selbst innerhalb der Familien, z. B. bei den *Spinacidae*, finden sich alle möglichen Uebergänge: *Centrophorus*, *Acanthias*, *Spinax*, *Scymnus*, *Laemargus*. *Cestracion* mit seinem die gerade Fortsetzung bildenden Coraco-mandibularis scheint am Anfange der Reihe zu stehen; die genauere Betrachtung zeigt indessen, dass es sich hier um eine nur scheinbar primitive Bildung handelt. In Wirklichkeit dürfte vielmehr der mächtige Coraco-mandibularis dieser Gattung in Korrelation zu der gewaltigen Kieferentwickelung sekundär die hohe und mächtige Entfaltung eingegangen sein, die zu seiner Verlängerung nach hinten und zur Verkürzung des hinteren Hauptstockes geführt hat. — Mit der Verlagerung des Muskelursprunges variirt selbstverständlich auch die Länge des Muskels. Seine Entwickelung nach Dicke und Breite ist in der Regel eine mittlere. Recht voluminös ist er nur bei *Cestracion* (Taf. VI, Fig. 5) entfaltet, wo er auch den Coraco-hyoideus an Stärke übertrifft; eine ziemlich gute Ausbildung bieten die *Notidanidae* (Taf. VI Fig. 1), *Scymnus* (Taf. VI Fig. 3), *Laemargus* (Taf. VI Fig. 4), *Scyllium* (Taf. VI Fig. 6) und die *Carchariidae*, *Mustelus*, *Galeus* und *Prionodon* (Taf. VI Fig. 7) dar; schlanker ist er bei den *Spinacidae* (Taf. VI Fig. 2) und *Odontaspis*; die schwächste Entwickelung bietet *Centrophorus* (Taf. VI Fig. 2) dar. Bei *Rhina* (Taf. VI Fig. 8) ist er vollkommen zurückgebildet. — In der Regel verwächst er mit dem der Gegenseite zu einem unpaaren Muskel; nur bei *Scyllium* fand ich am vorderen Ende die Spur einer Trennung (Taf. VI Fig. 6)[1]), bei *Prionodon* (Taf. VI Fig. 7) aber die deutliche Ausbildung eines rechten und linken Endzipfels, dieses offenbar in sekundärer Anpassung an die hier bestehende bewegliche syndesmotische Verbindung beider Unterkieferhälften. — Der Ursprung des Muskels geschieht bald rein oder vorwiegend muskulös (Notidaniden, *Cestracion*, *Scyllium*), bald fleischig-sehnig (*Centrophorus*, *Scymnus*, *Laemargus*, *Carchariidae*), bald überwiegend oder rein sehnig (*Spinax*, *Laemargus* ind.). — Die Insertion findet in der Mitte der vereinigten Mandibulae statt, kann aber auch noch an dem daran angrenzenden Saum der Mandibula und Copula hyoidea verbindenden Membran Platz greifen; bei *Centrophorus* ist letztere Insertion fast mehr als die an dem Unterkieferknorpel ausgebildet. Bezüglich der geweblichen Beschaffenheit der Insertion ist ein ähnlicher Wechsel wie für den Ursprung zu beobachten: bald überwiegt das muskulöse (*Hexanchus*, *Cestracion*, *Scyllium*), bald das sehnige Element (*Heptanchus* indiv., *Centrophorus*, *Scymnus*); *Heptan-*

1) Vetter erwähnt Aehnliches von *Scymnus*.

chus, *Laemargus*, *Prionodon* stehen hinsichtlich des geweblichen Verhaltens in der Mitte.

Innervirt wird die gesammte Masse der hypobranchialen spinalen Muskulatur der Haie von dem Endtheil des Plexus cervicalis, der 3—9 occipitalen und spinalen Nervenwurzeln entstammt (cf. p. 404); irgendwelche Versorgung durch Zweige des Vagus, wie sie von anderer Seite behauptet worden (cf. p. 400, 419), findet nicht statt; die in dieses Gebiet reichenden Vaguszweige enden theils an den in die Mm. coraco-branchiales eingreifenden, tiefen Ursprungszipfeln des M. constrictor superficialis ventralis und an dem in dieser Gegend befindlichen Bindegewebe. Der Endtheil des Plexus cervicalis tritt, an der Vorderfläche des Schultergürtels nach unten und vorn (ventro-rostralwärts) sich wendend, zunächst an die Innenfläche des letzten M. coraco-branchialis, wobei er denselben mit mehreren Zweigen versorgt. Hierauf verläuft er in der Tiefe des lateralen Bereiches der gesammten Muskelmasse, vorwiegend da, wo die Mm. coraco-branchiales sich von derselben abzweigen (cf. Taf. IV Fig. 1), nach vorn und giebt dabei dorso-lateralwärts sich wendende Zweige an die Mm. coraco-branchiales, sowie medialwärts resp. ventro-medialwärts gehende Aeste an den Hauptstock und die Mm. coraco-hyoideus und coraco-mandibularis. Alle diese Aeste respektiren die durch die intermyomeren Septen gegebenen Grenzen nicht, versorgen auch nicht ausschliesslich diese oder jene besondere Abtheilung des gesammten Muskels, sondern geben ihre Seitenzweige allen den Abschnitten, die sie gerade durchlaufen. Die grösste Selbstständigkeit kann der im M. coraco-mandibularis endigende Nerv gewinnen; derselbe wendet sich zunächst in dem Hauptstock am meisten medialwärts und tritt hierauf gewöhnlich durch die die beiden ersten Myomeren desselben trennende Inscriptio heraus, um von da, dem der Gegenseite sehr benachbart, zur Innenfläche des M. coraco-mandibularis zu gelangen; da wo der M. coraco-mandibularis von dem Hauptstocke emancipirt ist und in seinem Ursprunge auf das Korakoid sich erstreckt, verläuft der N. coraco-mandibularis durch das Septum, welches das 2. und 3. Myomer des Hauptstockes trennt. — Direktere arithmetische Relationen zwischen der Zahl der Myomeren und der Zahl der Nervenwurzeln, welche die hypobranchialen Nerven zusammensetzen, existiren, wie die beiden auf p. 403 und 404 gegebenen Tabellen belehren, nicht. Bezüglich des Weiteren der Innervation verweise ich auf die oben (p. 400—405, 419) gegebenen Ausführungen.

2. Rochen.

Taf. IV Fig. 9, Taf. VI Fig. 9.

Die untersuchten Rochen kennzeichnet gegenüber der Mehrzahl der Haie die mässige Entwickelung des hinteren Hauptstockes (*car. p.*), der am Ursprunge von der ihm folgenden postzonalen Rumpfmuskulatur weit getrennt ist, die schwache Ausbildung des M. coraco-hyoideus, der selbst fehlen kann, die Verschmelzung sämmtlicher Mm. coraco-branchiales zu einem mehr oder minder einheitlichen Muskel und

das tiefe Eingreifen des zum Constrictor-System gehörigen und vom Nervus facialis versorgten M. depressor hyo-mandibularis zwischen die Mm. coraco-hyoideus und coraco-branchialis, welche damit grösstentheils scharf gesondert werden.

Der Hauptstock (*car. p*) bildet immer einen mässig entwickelten Muskel, der sich in der Breite wenig nach vorn verjüngt, dagegen in seiner Dicke beträchtlich abnimmt und schliesslich im Bereiche des zweiten $^1/_3$ oder $^1/_4$ des coraco-mandibularen Raumes (von hinten gerechnet) sich zur membranösen Ausbreitung verdünnt, welche mit ihrer Innenfläche (Dorsalfläche) fest mit dem Ursprung des M. depressor hyomandibularis (*dhm*) verwachsen ist, mit ihrer Aussenfläche (Ventralfläche) dem M. coraco-mandibularis (*cm*) resp. coraco-hyoideus (*chy*) Ursprung giebt. Bei *Torpedo* beträgt seine von aussen sichtbare Länge (bis zum Ursprunge des M. coraco-mandibularis) $^2/_5$, bei *Rhinobatus* und *Raja* (Taf. VI Fig. 9) $^1/_4$ der Distanz zwischen Korakoid und Mandibula, bis zum Ursprunge des weiter vorn abgehenden M. coraco-hyoideus etwas mehr. Wie bei den Haien ist der Hauptstock auch durch schräg verlaufende Septen (Inscriptiones) in auf einander folgende Myomeren gesondert; dieselben überschreiten nicht die Zweizahl und können durch partielle Auflösung der hinteren Inscriptio theilweise verschmelzen; letzteres ist bei *Rhinobatus* und *Torpedo* der Fall, während *Raja* (Taf. VI Fig. 9) meist deutlich geschiedene Myomeren besitzt. Von der vorderen Inscriptio geht der M. coraco-mandibularis ab, von der Sehnenausbreitung vor ihr der M. coraco-hyoideus. — Der Muskel entspringt von der vorderen (rostralen) Fläche des medialen Bereiches des Korakoid und ist dabei stets durch eine mehr oder minder breite, direkt von Haut bedeckte Fläche dieses Skelettheiles (*Cor.*) von der postzonalen ventralen Rumpfmuskulatur geschieden und entfernt; lateral hängt er mehr oder minder innig mit dem Ursprungszipfel des hinteren Abschnittes des gemeinsamen M. coraco-branchialis (*cbr. 1—5*) zusammen. Am Anfange sind der rechte und linke Muskel von einander geschieden, verschmelzen aber sehr schnell mit einander; spätestens im Bereiche des ersten Myomers, aber auch schon früher (*Torpedo*, *Rhinobatus*) ist der Muskel ein unpaarer geworden. Zu dem korakoidalen Ursprunge kommt noch wie bei den Haien ein tieferer von der das Herz deckenden Innenfascie hinzu.

Mm. coraco-branchiales (*cbr.*, *cbr. 1—5*). Diese schon bei den Haien mannigfache Verwachsungen unter einander darbietenden, in der Hauptsache aber doch leicht zu separirenden Muskeln sind bei den untersuchten Rochen in der Hauptsache zu einem einheitlichen M. coraco-branchialis verwachsen, der nur an den Insertionen durch den hier stattfindenden Durchtritt der Arteriae branchiales 3, 4 und 5 (Taf. VI Fig. 9, *A.br. 3*, *4*, *5*) undeutlich in seine Partien geschieden ist. Die gesammte Masse bildet somit einen dem Hauptstocke dorso-lateral angefügten Muskel, welcher bei *Torpedo* und *Rhinobatus* mehr in die Breite, also vorwiegend lateralwärts, bei *Raja* mehr in die Tiefe, also dorsalwärts, entwickelt ist; im vorderen Bereiche wird er von dem mächtigen, zwischen ihn und die vordere Sehnenausbreitung des Hauptstockes (resp. die Mm. coraco-hyoideus und coraco-mandibularis) sich einschiebenden M. depressor hyo-mandibularis (*dhm.*) bedeckt. — Der Ursprung des

Muskels beginnt dementsprechend bei *Raja* ziemlich schmal, bei *Torpedo* ziemlich breit, bei *Rhinobatus* aber in erheblicher Breitenausdehnung (laterale $^{3}/_{5}$) von dem Korakoid; ausserdem geht er auch von dem lateralen Bereiche der tiefen Fascie (Herzbeutelverstärkung)[1]) aus und verläuft von da mit schräg nach vorn, lateral und dorsal aufsteigenden Fasern zu dem Kiemengerüste. — Der vor der Art. branchialis 3 (*A. br. 3*) liegende erste Abschnitt (M. coraco-branchialis 1 + 2, *cbr. 1 + 2*), ist von mittlerer Stärke und inserirt in wechselnder Ausdehnung an dem Copulare 2 Gegenbaur's (*Torpedo*) oder an diesem und der darauf folgenden Membran (*Rhinobatus*) oder an zwei Copularia, einem medialen mit der grossen Endcopula verschmolzenen (Gegenbaur's Copulare 2) und einem lateralen rudimentären, welches der direkten Verbindungen mit den benachbarten Theilen entbehrt und daher nicht sicher gedeutet werden kann[2]). Der zwischen den Aa. branchiales 3 und 4 (*A. br. 3, 4*) befindliche Theil (M. coraco-branchialis 3) ist kleiner als der ihm vorhergehende und endet bei *Torpedo* und *Rhinobatus* an dem Copulare 3; bei *Raja* vermisste ich jede Spur eines zwischen den beiden genannten Arterien liegenden Muskels (Taf. VI Fig. 9). Noch kleiner ist die zwischen den Aa. branchiales 4 und 5 (*A. br. 4, 5*) liegende Partie (M. coraco-branchialis 4, *cbr. 4*); dieselbe endet bei *Rhinobatus* und *Torpedo* am lateralen Theile des Copulare 4, bei *Raja* an den aneinander stossenden Theilen der Copularia 3 und 4. Auf Grund dieser Befunde an *Raja* ist eine zweifache Deutung möglich: entweder fehlt der M. coraco-branchialis 3 hier vollkommen oder der M. coraco-branchialis 4 enthält Theile von ihm (die an Copulare 3 inserirenden), wobei ein anomaler Verlauf der A. branchialis 4 anzunehmen wäre; zahlreichere Untersuchungen an einem grösseren Materiale mögen entscheiden, welche Auffassung die richtige ist. Der auf die A. branchialis 5 (*A. br. 5*) folgende Antheil (M. coraco-branchialis 5, *cbr. 5*) übertrifft alle vorhergehenden Portionen des M. coraco-branchialis ganz erheblich; bei *Torpedo* ist er etwas, bei *Rhinobatus* und *Raja* viel grösser als alle vier (*cbr. 1—4*) zusammen. Seine Insertion findet in grosser Breite an dem ansehnlich entwickelten, ligamentös mit dem Schultergürtel verbundenen ventralen Mittelstück (Keratobranchiale) des 5. Kiemenbogens statt, bei *Rhinobatus* und *Torpedo* greift sie selbst auf die ventrale Fläche des dorsalen Mittelstückes (Epibranchiale) über und zwar kann man bei *Torpedo* diesen Theil als besondere separate Portion (M. coraco-branchialis 5. dorsalis) von dem an dem ventralen Mittelstück endenden M. coraco-branchialis 5. ventralis unterscheiden.

M. coraco-hyoideus (*chy.*). Dieser Theil bildet die eigentliche Fortsetzung der vorderen Sehnenmembran des hinteren Hauptstockes und liegt zwischen dem oberflächlichen Coraco-mandibularis (*cm.* und dem tiefen Depressor hyo-mandibularis

---

1) Bei *Torpedo* ist ein Theil derselben zu einer kräftigen Sehnenbrücke herangebildet.

2) Auf diesen Befund hin könnte man geneigt sein, das Gegenbaur'sche Copulare 2 von *Raja* als Copulare 1 und das darauf folgende Rudiment als Copulare 2 zu deuten; damit käme auch eine grössere Konformität in die Insertionsverhältnisse des M. coraco-branchialis 1 + 2. Doch enthalte ich mich, bei den mir vorliegenden unzureichenden Materialien, die für die Behandlung dieser Frage nicht genügen, einer Entscheidung und folge bis auf Weiteres den in jeder Hinsicht gut begründeten Vergleichungen und Deutungen Gegenbaur's.

(*dhm.*) eingeschlossen; zwischen letzterem und ihm zieht die A. branchialis 1 + 2 hindurch. Er bildet einen ziemlich schmalen und dünnen bandförmigen Muskel, der abweichend von den meisten Haien die schwächste Partie der hypobranchialen spinalen Muskulatur bildet. Stets ist er von dem Muskel der Gegenseite getrennt und entfernt, also paarig vorhanden. Bei *Raja* (Taf. VI Fig. 9) ist er unter den untersuchten Rochen relativ am besten entfaltet und ragt lateral über den M. coraco-mandibularis (*cm.*) vor, bei *Rhinobatus* zeigt er eine geringere und schmälere Ausbildung und wird vollkommen von dem genannten Muskel bedeckt; bei *Torpedo* wurde er vollkommen vermisst. Die Insertion geschieht (bei *Raja*) jederseits am medialen Theile der zu einem schmalen transversalen Stabe ausgezogenen Copula des Hyoids, wobei zu Folge der paarigen Anordnung die Mitte dieses Stabes frei bleibt; bei *Raja* kommt zu dieser Anheftung noch eine solche an der auf die Copula folgenden Membran hinzu.

M. coraco-mandibularis (*cm.*). Dieser Theil des gemeinsamen Coraco-arcualis übertrifft den M. coraco-hyoideus an Länge, Breite und Stärke und hat sich in seiner grösseren Ausdehnung mit dem der Gegenseite zu einem unpaaren Muskel vereinigt, während er an dem insertiven Ende von ihm noch getrennt geblieben ist (Taf. VI Fig. 9). Lateral steht er mit dem Mm. depressor mandibularis (*dm.*) und depressor rostri (*dr.*), deren aponeurotische Anfänge ihn überbrücken, in Verband. Der paarige Charakter des Muskels ist bei *Raja* am meisten ausgeprägt; hier zeigen der rechte und linke Muskel unter Umständen in ihrer ganzen Länge eine leise mittlere Trennungslinie; bei den anderen untersuchten Rochen sind sie mehr mit einander verschmolzen. Die Insertion geschieht im medialen Bereiche der Mandibula.

Innervirt wie bei den Haien von den aus 7—9 occipitalen und spinalen Nervenwurzeln stammenden Endtheil des Plexus cervicalis, der im lateralen Bereiche der hypobranchialen Muskelmasse verläuft, aber nicht so tief in dieselbe eingegraben ist, wie bei den Haien. Auch hier vertheilen sich die lateralen Zweige in dem M. coraco-branchialis (Taf. IV Fig. 9, *Rr. cbr.*), die medialen im hinteren Hauptstocke und in den Mm. coraco-hyoideus und coraco-mandibularis (*Rr. chy* und *Rr. cm.*). Hinsichtlich des Speciellen verweise ich auf p. 400—405 und Taf. IV Fig. 9.

3. Holocephalen.

Taf. IV Fig. 2, 3[1]).

Die Holocephalen theilen mit den Rochen die mässige Entwickelung des hinteren Hauptstockes und des M. coraco-hyoideus sowie die Vereinigung der einzelnen M. coraco-branchiales 1—5 zu einem breiten und in der Hauptsache einheitlichen M. coraco-branchialis. Auch steht ihre hypobranchiale Muskulatur mit dem

1) Ausser diesen Abbildungen verweise ich noch auf die guten von Vetter gegebenen von *Chimaera* (1878, Taf. XII).

nach der Gegend des Rostrum hinziehenden Muskelbande des Depressor rostri ähnlich wie bei den Rochen in einem intimen Verbande, während hingegen etwas, was dem Depressor hyo-mandibularis verglichen werden könnte, bei den Holocephalen nicht zur Beobachtung kommt. Eigenthümlich und mit keiner Bildung bei Haien und Rochen vergleichbar ist die zu der Ausbildung des holocephalen Kieferapparates in Correlation stehende enorme Entfaltung des M. coraco-mandibularis, welche die gesammte Muskulatur beherrscht und insbesondere den Coraco-hyoideus sehr in den Hintergrund stellt. Auch der bei *Callorhynchus* existirende M. coraco-praemandibularis bildet eine bemerkenswerthe Differenzirung der hypobranchialen Muskelgruppe der Holocephalen.

Der Hauptstock (*car. p.*) repräsentirt einen mässig langen und oberflächlich auch mässig breiten unpaaren Muskel, der bei *Chimaera* etwa $^1/_3$ der coraco-mandibularen Distanz, bei *Callorhynchus* noch weniger beträgt und oberflächlich mit parallelen (*Chimaera*) oder selbst etwas divergirenden Fasern (*Callorhynchus*) — also recht abweichend von den Haien — von dem Ursprunge an der ventralen Mitte des Korakoids nach vorn strebt und durch Vermittelung einer Inscriptio tendinea mit seiner Hauptmasse in den breiten und mächtigen M. coraco-mandibularis (*cm*), sowie mit einer kleinen seitlichen Partie in den M. coraco-hyoideus (*chy*) übergeht. Er besteht somit nur aus einem Myomer und tritt gegenüber dem M. coraco-mandibularis so zurück, dass er mehr einen hinteren Anhang desselben als einen Ausgangstheil für ihn bildet; auch ist in Folge partieller Auflösung der Inscriptio namentlich in der Tiefe die ursprüngliche Scheidung beider sehr verwischt resp. aufgehoben und der Ursprung des Coraco-mandibularis erscheint damit bis auf den Schultergürtel zurückverlegt. Dementsprechend sollen Ursprung und weiterer Verlauf Beider gemeinschaftlich behandelt werden.

M. coraco-mandibularis (*cm.*) incl. Hauptstock (*car. p.*). Diese mächtige Masse, welche z. Th. die Hauptstock und eigentlichen Coraco-mandibularis scheidende Inscriptio noch darbietet, entspringt mit in die Tiefe zunehmender Breite sehr ausgedehnt fast von der ganzen, sehr ausdrucksvoll modellirten Vorderfläche des mittleren Korakoides und greift auch noch auf die innere Hälfte der Vorderfläche des ventralen $^1/_3$ (*Chimaera*) resp. der ventralen $^2/_5$ (*Callorhynchus*) der Scapula über; der rechte und linke Muskel sind somit am korakoiden Ursprunge mit einander verschmolzen, am scapularen aber paarig geblieben[1]). Von der postzonalen Rumpfmuskulatur sind sie durch das kräftige Korakoid (*Cor.*) weit geschieden. Bei *Callorhynchus* (Taf. IV Fig. 3) kommt dazu noch ein kleineres oberflächliches Muskelbündel (*car. p'.*), welches laterocaudal von der korakoidalen Hauptmasse von der sehnigen Oberfläche der ventralen Brustflossen-Muskulatur entspringt und bald mit einer ziemlich schwachen, schmalen Sehne sich in die laterale Fläche der Hauptmasse in der Höhe der Inscriptio einwebt[2]).

1) Diesen unpaaren Ursprung der ventralen und den paarigen der dorsalen Partie hat VETTER richtig beschrieben, aber beide Theile zu sehr getrennt.

2) Einmal (linkerseits) ging ein laterales Fascikel davon ab, welches sich dem Constrictor-System inniger anschloss, schliesslich aber doch dem vorderen Bereiche des Coraco-mandibularis sich einwebte (Taf. IV Fig. 3, *car. p'**).

Nach vorn geht der Coraco-mandibularis unter beträchtlicher fächerförmiger Divergenz seiner Fasern zur Mandibula und inserirt hier in einer Breite, welche diejenige des hinteren Hauptstockes um das Dreifache (*Chimaera*) bis Vierfache (*Callorhynchus*) übertrifft; trotz dieser Entfaltung in die Breite ist der Insertionstheil auch noch von einer erheblichen Dicke. Die lateralen Partien, welche namentlich bei *Callorhynchus* mit dem zum oberen Labialknorpelapparat ziehenden Muskelzuge des Constrictor-Systemes durch Vermittelung einer (neu gebildeten) Inscriptio tendinea verbunden sind, treten hierbei etwas oberflächlicher hervor als die mittlere mehr aus der Tiefe herauskommende Masse; erstere entstehen somit vorwiegend durch Auseinanderweichen der unpaaren (korakoidalen), letztere durch Verbindung der paarigen (scapularen) Ursprungsmassen[1]). Bei *Callorhynchus* endet ein schmaler, unpaarer, mittlerer Zipfel nicht an der Mandibula, sondern geht in eine schlanke Sehne über, welche bis zu den hier vorhandenen mittleren Verbindungen der beiderseitigen unteren Labialknorpel (Praemandibular-Knorpel) zu verfolgen ist; man würde sonach hier von einer weiteren Verlängerung der korakoarkualen Muskulatur nach vorn, von einem M. coraco-praemandibularis (Taf. IV Fig. 3, *cpm.*) zu sprechen haben.

M. coraco-hyoideus (*chy.*). Dieser, an Volumen ganz und gar gegen den Coraco-mandibularis zurücktretende Muskel entwickelt sich aus den lateralen und tieferen Partien des Hauptstockes und bildet in seiner Verbindung mit dem der Gegenseite eine rinnenförmige Muskelplatte, auf welcher der Coraco-mandibularis ruht. Bei *Chimaera* kann die rechte und linke Hälfte des mässig entwickelten Muskels noch partiell gesondert sein, bei *Callorhynchus* ist der recht kleine Muskel gänzlich unpaar. Die Insertion geschieht an dem hinteren, ventralen Rande der Copula des Hyoides.

M. coraco-branchialis (*cbr.*, *cbr. 1—5*). Wie bereits betont, sind die Mm. coraco-branchiales 1—5 der Haie hier, also ähnlich wie bei den Rochen, zu einem einheitlichen Muskel verschmolzen, welcher nur unter Berücksichtigung des Durchtrittes der Aa. branchiales (Taf. IV Fig. 2, *A. br. 2—5*) in seine ursprünglichen Partien gesondert werden kann. Der so entstandene Muskel bildet eine sehr ansehnliche, bedeutend in die Breite entwickelte und auch nicht unkräftige Platte, welche lateral an die vorher beschriebenen Theile des hypobranchialen, spinalen Muskelapparates angrenzt, aber nicht mehr mit ihnen verschmolzen ist. Der so emancipirte Muskel entspringt breit und einheitlich von dem lateralen Bereiche der Vorderfläche des Korakoides (nicht ganz bis zu dessen ventralem Ende herabreichend) sowie den ventralen $^2/_5$ der Scapula und geht mit etwas konvergirenden, dorsal fast rein longitudinal verlaufenden, ventral nach vorn und oben (dorso-rostralwärts) aufsteigenden Fasern nach dem Kiemenapparat. Hierbei endet die dem M. coraco-branchialis 1 entsprechende Partie an dem Copulare (Hypobranchiale) 1, sowie an der kleinen Copula (Basibranchiale) 1 und der an sie angrenzenden Membran, der M. coraco-branchialis 2 an Copulare 2, Copula 2 und der benachbarten Membran, der M. coraco-branchialis 3

1) Die betreffenden Verhältnisse werden auch von Vetter (1878, p. 450) gut beschrieben; doch scheidet derselbe die einzelnen Partien zu sehr.

an dem Copulare 3, der M. coraco-branchialis 4 an Copulare 3 und der angrenzenden Membran, der M. coraco-branchialis 5, welcher den breitesten Theil des gesammten M. coraco-branchialis repräsentirt, in grosser Ausdehnung am Branchiale (Cerato-branchiale) 5, sowie am Copulare 4 und dem vorderen lateralen Bereiche der grossen Endcopula.

Innervirt wird die gesammte Muskulatur von dem Endstamm des Plexus cervicalis, der dem letzten occipitalen (*z*) und den beiden ersten occipito-spinalen Nerven (*a*, *b*) entstammt, zuerst an der Innenfläche des breiten M. coraco-branchialis verläuft, wobei er demselben wie der scapularen Ursprungspartie des M. coraco-mandibularis viele Zweige abgiebt, und dann die weiteren Theile des M. coraco-mandibularis, sowie den M. coraco-hyoideus mit seinen Neben- und Endästen versorgt (Taf. IV Fig. 2).

II. Allgemeine Bemerkungen über die hypobranchiale spinale Muskulatur.

Die vergleichende Betrachtung der verschiedenen hypobranchialen Muskelbildungen bei den Haien, Rochen und Holocephalen lässt bei den Ersteren ein primitiveres, indifferenteres Verhalten erkennen, während die beiden Letzteren in der mässigen Ausbildung des hinteren Hauptstockes, in der sehr ungleichen Entfaltung des ansehnlichen bis sehr mächtigen Coraco-mandibularis und des schwachen bis fehlenden Coraco-hyoideus, sowie in der Verschmelzung der einzelnen Mm. coraco-branchiales zu einem mehr oder minder einheitlichen Coraco-branchialis sekundäre, von dem Verhalten bei den Haien ableitbare Züge aufweisen. Auch sind die Beziehungen des Systemes des Constrictor superficialis ventralis zu demjenigen der hypobranchialen spinalen Muskulatur bei den Haien auf einer niedrigen Stufe stehen geblieben, bei den Holocephalen dagegen, namentlich aber bei den Rochen zu einseitigen Differenzirungen und mehr oder minder intimen, ebenfalls durchweg von den squaliden Bildungen ableitbaren Verbänden gelangt (Depressor hyo-mandibularis, Depressor rostri).

Der weit auf die Scapula sich ausdehnende Ursprung bei den Holocephalen geht Hand in Hand mit der mächtigen sekundären Entfaltung des Coraco-mandibularis; auch das bei *Callorhynchus* von der sehnigen Oberfläche der Brustflossen-Muskulatur ausgehende besondere Ursprungsbündel ist — ähnlich dem weit über die postzonale Rumpfmuskulatur nach hinten erstreckten Ursprung des Hauptstockes bei *Prionodon* — als eine sekundäre Bildung zu beurtheilen; dass hier die caudalwärts gehende Ausdehnung nicht auf die postzonale, sondern auf die pterygiale Muskulatur erfolgte, spricht für den relativ späten Termin dieser Ursprungs-Aberration, welche erst nach hinten weitergriff, als bereits die Brustflosse von *Callorhynchus* und ihre Muskulatur zu ihrer sekundären und mächtigen Entfaltung gelangt war. In diesem und mehreren anderen Zügen (s. die speciellere Beschreibung) offenbart sich *Chimaera* als den primitiveren, *Callorhynchus* als den einseitig und höher differenzirten Vertreter der Holocephalen.

Fraglich erscheint die Beurtheilung des bei *Callorhynchus* an dem unteren Labialknorpel (Prämandibular-Knorpel) inserirenden Sehnenstreifes, der von der Mitte des M. coraco-mandibularis ausgeht und von mir als M. coraco-praemandibularis bezeichnet wurde. Handelt es sich hier um den letzten Rest einer ganz primordialen, bei allen Selachiern und bei *Chimaera* verschwundenen Bildung oder um eine erst sekundär bei *Callorhynchus* zur Entwickelung gekommene insertive Aberration? Nach den von Gegenbaur (1872, p. 229, 230) gegebenen ausführlichen Begründungen darf die Homodynamie der Labialknorpel der Selachier mit inneren Kiemenbogen, speciell mit dem Kieferbogen mit guten Gründen nicht bezweifelt werden; der praemandibulare Knorpel der Selachier repräsentirt das Rudiment eines vor der Mandibula liegenden ventralen Visceralbogens, der einstmals eine ansehnlichere Entfaltung und wahrscheinlich eine direktere Betheiligung an dem Mundschluss aufwies, aber Hand in Hand mit der sekundären, mächtigeren Ausbildung des Kieferbogens in Rückbildung trat. Diese Rückbildung hat auch zur Lösung der früheren ventralen Verbindung des rechten und linken Praemandibularbogens bei den Selachiern geführt; bei *Callorhynchus* aber ist dieselbe vorhanden; beide Praemandibularknorpel sind hier zu einer auf der Mandibula liegenden, gar nicht unansehnlichen queren Knorpelspange verbunden[1]). Wenn aber dieser knorpelige Verband bei *Callorhynchus* — bei *Chimaera* existirt an seiner Stelle ein die kleinen Rudimente der unteren Labialknorpel verbindendes Ligament — ein primitiver sein sollte, so würde man auch die Insertion der hypobranchialen Muskulatur an dem praemandibularen Bogen als den sehnigen Rest des vormals in besserer Entwickelung bestandenen Vorderendes dieser Muskulatur ansehen dürfen. Die genauere Betrachtung dieses Verbandes der praemandibularen Bogenäste, sowie der Vergleich mit der in den meisten hier in Frage kommenden Zügen als primordialer zu beurtheilenden *Chimaera* mit ihren sehr kleinen Rudimenten[2]) lässt es mir indessen als viel annehmbarer erscheinen, dass die bei *Callorhynchus* bestehende Verwachsung und hohe Entfaltung des Praemandibular-Knorpels als eine erst sekundär zur Ausbildung gekommene zu beurtheilen sei[3]), und damit fällt auch die eventuelle primitive Bedeutung des — bei *Chimaera* ebenfalls vermissten — coraco-praemandibularen Sehnenzipfels. Ich erblicke somit auch in diesem ein sekundäres, wahrscheinlich durch Aberration an das praemandibulare Bindegewebe entstandenes Gebilde, das primitive Beziehungen nur vortäuscht. — Damit ist selbstverständlich nichts gegen die dereinstige Existenz eines wirklich primordialen coraco-praemandi-

---

1) Einen Knorpel von ähnlicher Dimension, wie ich ihn fand, bildet auch Hubrecht (1877, A, Taf. XVII, 1) ab, während das von Joh. Müller (1835, Taf. V Fig. 2) untersuchte Exemplar viel grössere, dem Unterkiefer an Grösse gleichkommende (p. 138) Dimensionen aufweist. Die Anschauung Müller's, dass es sich hier wie überhaupt bei den Labialknorpeln um eigenthümliche, nicht zum Plane der Wirbelthiere gehörende Skelettheile handele, dürfte durch Gegenbaur (l. c.) zur Genüge widerlegt sein.

2) Vergleiche auch Solger (1876, p. 220).

3) Ich stimme somit in dieser Beziehung Hubrecht (Hubrecht-Bronn 1878, p. 57) zu, wenn ich auch seine sonstige, an J. Müller sich anlehnende Auffassung der Lippenknorpel, die „vielleicht nur von accessorischer Bedeutung“ seien, nicht theile.

bularen Muskels gesagt; der Befund bei *Callorhynchus* kann nur nicht zum Beweise für denselben verwerthet werden.

Von einem gewissen Interesse ist auch das oben (pag. 423) hervorgehobene gleiche Verhalten des letzten M. coraco-branchialis bei den untersuchten Selachiern und Holocephalen. Mag derselbe den M. coraco-branchialis 7 (*Heptanchus*) oder den M. coraco-branchialis 6 (*Hexanchus* und vermuthlich *Chlamydoselachus*) oder den M. coraco-branchialis 5 (pentanche Haie, Rochen, Holocephalen) repräsentiren, stets stimmt er in der Hauptsache in der Art seines Ursprunges und seiner Insertion und in seinem sonstigen Verhalten überein, während hingegen der M. coraco-branchialis 6 von *Heptanchus* so erheblich von dem M. coraco-branchialis 6 von *Hexanchus* und ebenso der M. coraco-branchialis 5 von *Heptanchus* und *Hexanchus* so sehr von dem M. coraco-branchialis 5 der pentanchen Selachier und Holocephalen abweichen, dass man — unter blosser Berücksichtigung der Ausbreitung von Ursprung, Insertion, Grösse und allgemeiner Lage — eher geneigt sein könnte, den M. coraco-branchialis 7 von *Heptanchus*, *M.cbr.* 6 von *Hexanchus* und *M.cbr.* 5 der pentanchen Selachier und Holocephalen mit einander zu vergleichen, nicht aber *M.cbr.* 6 von *Heptanchus* mit *M.cbr.* 6 von *Hexanchus* und *M.cbr.* 5 der Notidaniden mit *M.cbr.* 5 der pentanchen Selachier und Holocephalen zu homologisiren. Und man könnte eventuell diesen ersterwähnten Homologisirungsversuch durch die Annahme illustriren, dass der *M.cbr.* 7 bei *Heptanchus* noch in seinen ursprünglichen Verhältnissen, insbesondere der Insertion erhalten geblieben, dass aber die Insertionstheile desselben bei *Hexanchus* und den pentanchen Selachiern mit der successiven Verkümmerung des 7. und 6. Kiemenbogens allmählich auf den 6. und danach auf den 5. Kiemenbogen übergewandert seien, dort neue Anheftungen gewonnen und sich somit zu einem *M.cbr.* 6 und *M.cbr.* 5 umgebildet hätten. Diese Annahme ist aber irrig, ebenso wie der ganze Homologisirungsversuch; sie wird übrigens auch ohne Weiteres durch das Verhalten und die Vergleichung der Arteriae branchiales der Notidaniden und der pentanchen Selachier widerlegt. In Wirklichkeit ist nur diejenige Homologisirung gültig und gerechtfertigt, welche die gleichgezählten Muskeln, somit *M. cbr.* 6 der beiden Notidaniden und *M. cbr.* 5 aller Selachier und Holocephalen mit einander vergleicht, mögen dieselben auch in der speciellen Art ihrer Insertions- und Dimensionsverhältnisse noch so sehr von einander abweichen. Und zwar findet diese Verschiedenheit des *M.cbr.* 6 bei *Hexanchus* und des *M.cbr.* 5 bei den pentanchen Selachiern und Holocephalen ihre Erklärung in der Annahme eines Umwandlungsprocesses, welcher diese beiden Muskeln bei den heptanchen Vorfahren von *Hexanchus* und den pentanchen Selachiern betroffen hat und in folgender Weise vor sich gegangen sein mag: Die Bildung bei diesen heptanchen Vorfahren[1])

---

1) Selbstverständlich kann man diesen ganzen Process theoretisch auch zurückverfolgen auf die noch früheren Vorfahren der lebenden Selachier, welche 8, 9 und mehr Kiemen besessen haben mögen; er wird hier vermuthlich in ähnlicher Weise verlaufen sein. Bei dem Mangel jeder reellen Grundlage für die Existenz dieser Vorfahren hat es wenig Werth, des Längeren auf diesen hypothetischen Annahmen zu verweilen.

wird in der Hauptsache die gleiche gewesen sein, wie bei *Heptanchus*, d. h. sie besassen einen breit entwickelten und breit an der Endcopula und dem ventralen Branchiale 7 sich anheftenden *M. cbr.* 7, aber schmälere, in ihrer Insertion sich mehr auf die Copularia und die angrenzenden Enden der Branchialia 6 und 5 beschränkende *Mm. cbr.* 6 und 5. Mit der völligen Rückbildung des 7. Kiemenbogens (der nur bei *Heptanchus* leidlich erhalten blieb) und der damit Hand in Hand gehenden Verkümmerung des *M. cbr.* 7 kam es auch zu einer beginnenden Reduktion des nun letzten 6. Bogens, der unter successiver Aufgabe seiner respiratorischen Funktion sich nach Art des 7. Kiemenbogens von *Heptanchus* umbildete und damit für den bisher schmalen, weil bisher von dem ausgebreiteten, respiratorisch wirksamen Abschnitt des Bogens beengten, jetzt aber zugleich von der bisherigen Hemmung durch den auf ihn folgenden *M. cbr.* 7 befreiten *M. cbr.* 6 Gelegenheit zur weiteren Ausbreitung seiner Insertion von dem copularen Bereich auf das ventrale Mittelstück (Branchiale, Keratobranchiale) und die Endcopula gab, also zu einer den einstigen *M. cbr.* 7 imitirenden Ausbildung desselben führte. Diese Etappe erreichten *Hexanchus* und vermuthlich *Chlamydoselachus*. Durch ein weiteres Fortschreiten des Reduktionsprocesses kam auch der 6. Bogen mit dem *M. cbr.* 6 in mehr oder minder vollkommene Reduktion, worauf der nun letzte 5. Bogen die entsprechende beginnende Reduktion und der zugehörige *M. cbr.* 5 die entsprechende Vergrösserung und Umwandlung einging, welche schliesslich zu der Imitation des bisherigen *M. cbr.* 6 durch den *M. cbr.* 5 führte. Diese zweite Etappe erreichten die pentanchen Haie und mit ihnen auch die Rochen und Holocephalen. In dem letzten M. coraco-branchialis liegt ein besonders beredtes Beispiel imitatorischer Homodynamie oder Parhomologie[1]) vor.

Wie hier im Speciellen der einzelne M. coraco-branchialis, speciell der letzte, sich an die ihm dargebotenen Bedingungen anpasst und durch dieselben, mögen sie begünstigende oder hemmende sein, seine Gestalt und sein sonstiges morphologisches Verhalten regeln lässt, so bietet sich auch die gesammte hypobranchiale spinale Muskulatur als das Produkt der Anpassung ursprünglicher Rumpfmuskeln an das Visceralskelet dar. Ursprünglich sind diese gleich den epibranchialen Muskeln ihm fremd, wie durch ihre spino-occipitale Innervation bezeugt wird; die autochthone Muskulatur des vom Paläocranium ableitbaren Visceralskeletes wird durch ächte Cerebralnerven (Trigeminus, Facialis, Glossopharyngeus und Vagus) versorgt. Für die Entstehung dieses Verbandes zwischen paläokraniogenen Skeletelementen[2]) und spinalen Muskelelementen sind namentlich zwei Momente wirksam zu denken: die caudalwärts gehende Rückwärtsbewegung des visceralen Apparates und die rostral-

---

1) Bezüglich dieser Begriffe verweise ich auf meine früheren diesbezüglichen Darstellungen (1875, p. 682—687, 1879, p. 332 f.).

2) Selbstverständlich rechne ich auch die Copulae dazu und kann die Vermuthung DOHRN's (1884, p. 17), dass dieselben wie die Mm. coraco-hyoideus und coraco-mandibularis nach vorne vorgeschobene Skeletelemente darstellen, nicht theilen.

wärts gehende Vorwärtsbewegung der spinalen Rumpfmuskulatur Beide Bewegungen sind übrigens auch von anderen Autoren, z. B. Gegenbaur, van Wijhe, Dohrn u. A., bezeugt worden. Heterogene Elemente haben sich somit hier gekreuzt, bekämpft, erobert und verbunden. Auch die Ontogenie scheint, nach van Wijhe's Beobachtung der ventralwärts gehenden nach vorn umbiegenden Verlängerung des hintersten Kopfmyotoms und der vorderen Rumpfmyotome (1882 pag. 16) zu schliessen, von diesen alten phylogenetischen Bildungsvorgängen noch Einiges zu recapituliren. Ueber die Zeitfolge, in welcher dieselben sich dereinst vollzogen haben, lässt sich etwas Bestimmtes nicht angeben, man wird sie aber jedenfalls in eine sehr frühe phylogenetische Zeit zurückverlegen müssen und darf sich dabei durch die erst bei mittelalten embryonalen Stadien (*K* bis *O* nach Wijhe) vor sich gehende ontogenetische Ausbildung nicht zur Annahme einer späteren phylogenetischen Entstehung verleiten lassen. Offenbar liegt hier eine cänogenetische Heterochronie vor; das Verhalten der primitivsten Kranioten (Myxinoiden, Petromyzonten) bezeugt die sehr frühe Ausbildung des Verbandes. Darüber wird später noch zu handeln sein. Infolge dieser Bewegungen, mit denen sich diejenigen der — auch ursprünglich aus dem Visceralskelet stammenden — paarigen Extremitäten kombinirten, kam es zu ganz erheblichen Verschiebungen, Auflösungen und Neubildungen in der hypobranchialen Muskulatur, welche die Myomeren derselben nicht als ursprünglich gegebene und unverändert gebliebene, sondern vielmehr als Produkte sehr wechselvoller Bildungsgeschicke beurtheilen lassen; die Dysmetamerie dieser Myomeren und der sie innervirenden Nervenwurzeln (s. die beiden Tabellen auf pag. 403 und 404) und die feinere Verästelung der versorgenden Nervenzweige in der Muskulatur (pag. 402) lässt von diesen Komplikationen noch Manches erschliessen.

9. Zusammenfassung der wesentlicheren Ergebnisse[1]).

Die Selachier und Holocephalen besitzen eine wechselnde Zahl von occipitalen Nerven, welche früher als „untere Vaguswurzeln" bezeichnet wurden, aber dem N. vagus fremd, dagegen den ventralen Wurzeln der Spinalnerven homodynam sind. Die Notidaniden und wenige pentanche Haie (*Centrophorus calceus*, *Echinorhinus*) haben deren 5—4, die pentanchen Haie in der Regel 3—2, wobei die Zweizahl bei den erwachsenen Thieren überwiegt, die Rochen 1 oder keinen, die Holocephalen 2. Hierbei nimmt, als Zeichen der von vorn beginnenden Reduktion, ihre Dicke stets von vorn nach hinten zu und ebenso vollzieht sich, wie Altersvariirungen und ontogenetische Untersuchungen mit Sicherheit erkennen lassen, die vollständige Ver-

1) Die folgende Zusammenstellung enthält zu Gunsten der zusammenhängenden Darstellung schon früher Bekanntes und Neues; hinsichtlich der Unterscheidung dessen, was von anderen Autoren, was von mir herrührt, verweise ich auf die vorhergehenden Kapitel mit ihren diesbezüglichen genauen Nachweisen.

kümmerung immer zuerst an den vorderen Occipitalnerven. Bezeichnet man sonach die 5—4 Occipitalnerven der Notidaniden mit *v*, *w*, *x*, *y*, *z* oder *w*, *x*, *y*, *z*, so besitzen die pentanchen Haie in der Regel *x*, *y*, *z* oder *y*, *z*, die Holocephalen *y*, *z*, die Rochen *z* oder *o*. Auch darin wird die, durch zahlreiche andere Instanzen noch bestätigte, aber von einzelnen Autoren in neuerer Zeit verkannte, primitivere Stellung der Notidaniden gegenüber den pentanchen Haien, und der Haie gegenüber den Rochen bezeugt. Ob die noch primitiveren Vorfahren der Selachier in früherer Zeit noch mehr als 5 Occipitalnerven besessen haben, lässt sich mit den bisherigen Materialien nicht sicher nachweisen, ist aber wahrscheinlich. Der regressive Entwickelungsgang der Occipitalnerven wird auch durch die zahlreichen individuellen und antimeren Variirungen, welche dieselben darbieten, illustrirt. Uebrigens leistet hier die vergleichende Anatomie mehr als die Ontogenie: bei keinem pentanchen Selachier-Embryo wurden bisher die Anlagen der Nerven *v* und *w* gefunden, welche die Notidaniden im ausgebildeten Zustande besitzen[1]).

Bei den Notidaniden hat der letzte Occipitalnerv auch eine zugehörige dorsale Wurzel z^d; dieselbe kann bei alten Exemplaren von *Hexanchus* und bei *Heptanchus* unter Ablösung eines hintersten Stückes vom dorsalen und lateralen Bereiche der Occipitalregion und Ausbildung desselben zum Intercrurale 1 aus dem Schädelbereiche entfernt werden. Es handelt sich somit hier um die sekundäre Abgliederung eines Skelettheiles, der dem Cranium höchst wahrscheinlich früher angegliedert wurde. Ueberhaupt liegt es nahe anzunehmen, dass alle Occipitalnerven und das ihrer Lage entsprechende Schädelgebiet ursprünglich dem alten primordialen Cranium (Gegenbaur's Paläocranium) fremd waren und erst nach und nach demselben sich angliederten (Neocranium). Doch gelang es bisher nicht, diesen Process in seiner ganzen Totalität mit Sicherheit nachzuweisen; die ontogenetischen Untersuchungen, denen zu Folge hier zuerst getrennte Wirbelanlagen (Sklerotome) auftreten, die danach zu einem Knorpelcontinuum verschmelzen, sind nicht frei von beobachteten Cänogenien und gestatten darum keine reinen Schlüsse auf das wirkliche palingenetische Verhalten. Dass aber wenigstens der letzte dieser Nerven mit der zu ihm gehörenden Bogenbildung bei einzelnen höheren Haien sich sekundär seinen Vorgängern in dem Cranium angegliedert habe, dass somit die hintere Grenze des Selachiercraniums eine veränderliche, nach hinten sich verschiebende sei, wird durch Beobachtungen anderer Autoren sehr wahrscheinlich gemacht. Man würde in diesem Falle von einem Uebergange occipitaler Nerven, die mit *z* abschlossen, zu einem ersten occipito-spinalen Nerven (*a*) sprechen können; strenge Grenzen giebt es überhaupt nicht zwischen beiden Kategorien. Bei den Holocephalen lässt sich durch den Vergleich mit den Haien und durch sonstige Instanzen erweisen, dass dem Cranium derselben drei solche occipito-spinale Nerven (*a*. *b*. *c*.) sekundär angegliedert wurden. Damit sind Ver-

1) Die Vierzahl der embryonalen spino-occipitalen Nerven von *Acanthias* ist nach Hoffmann's eigenen Darlegungen und Vergleichen mit *Scyllium* als *x*, *y*, *z* und *a* (drei occipitale und ein occipito-spinaler Nerv) zu deuten.

hältnisse angebahnt und fixirt, welche bei den höheren Fischen, Dipnoern und Amnioten in grosser Verbreitung sich finden.

Die bei den ausgebildeten Notidaniden und ausnahmsweise auch bei anderen erwachsenen Haien (*Cestracion*) vorkommende sensible Wurzel des letzten Occipitalnerven z^d ist auch bei mehreren anderen Haien und Rochen als vergängliches embryonales Gebilde ontogenetisch nachgewiesen worden. Ferner wird von verschiedenen Autoren die embryonale Existenz ebenso vieler dorsaler Wurzeln resp. Ganglien behauptet, als ventrale Wurzeln der Occipitalnerven sich anlegen. Ich halte es für im höchsten Grade wahrscheinlich, dass in früher palingenetischer Vorzeit die spinalen Vorfahren der Occipitalnerven mit sensibeln Antheilen versehen waren, die sich indessen, von vorn beginnend, in dem Maasse mehr zurückbildeten, als sie mehr und mehr in das Gebiet des Vagus drängten und als das cutane System der Nn. glossopharyngeus und vagus (Rr. laterales) zu höherer Entfaltung gelangte. Den erwähnten embryologischen Befunden stehe ich jedoch hinsichtlich ihrer Beweisfähigkeit mit einiger Vorsicht gegenüber, vermisse bei ihnen auch, z. Th. wenigstens, die zweifellose Ausscheidung sensibler Elemente des Vagus, wie ja auch einzelne Autoren gerade auf Grund ihrer ontogenetischen Untersuchungen nähere Beziehungen zwischen Vagus und Occipitalnerven („ventraler Vaguswurzeln") behaupten, und zwar, wenn die ontogenetische Beobachtung hierfür allein die entscheidende Instanz wäre, auch mit gutem Rechte. Wie leicht aber die ontogonetischen Befunde gerade zur Annahme der Zusammengehörigkeit von Vagus und Occipitalnerven verleiten können, zeigen u. A. die an sich gewiss genauen Untersuchungen Killian's (1891, p. 90—92), der in der Glossopharyngeus- und Vagus-Zone des embryonalen Torpedo-Schädels einheitliche, einen gemeinsamen Coelomraum umschliessende Urwirbel fand, deren dorsaler Abschnitt die Myotome, deren ventraler die Seitenplatten hervorgehen liess. Erstere werden von Occipitalnerven, letztere vom N. glossopharyngeus und vagus innervirt; also total heterogene, ursprünglich in longitudinaler Richtung weit auseinander gelegene und erst sekundär näher zusammengerückte Nerven betheiligen sich ontogenetisch an der Versorgung des gleichen Urwirbels! Offenbar handelt es sich hier, die Richtigkeit der betreffenden Untersuchungen vorausgesetzt, um cänogenetische Verkürzungen, welche vor der sicheren Instanz der vergleichenden Anatomie nicht bestehen können und ohne sie bezüglich ihrer wahren palingenetischen Vorgeschichte nur zu Trugschlüssen führen. Der N. vagus hat mit seinen sensibeln und motorischen Bahnen nach Ursprung in der Medulla und nach Abgang von derselben nichts mit den auf ganz andere Weise in der Medulla entstehenden und von ihr abgehenden Occipitalnerven gemein. Beide sind ganz heterogene, in der Hauptsache durchaus von einander unabhängige Nerven.

Der Vagus bildet einen alten, zum Paläocranium gehörenden Cerebralnerven, dessen aus der ventro-lateralen motorischen Säule der Medulla (oblongata) stammende motorische Wurzelbündel sich sofort beim Austritte aus der Medulla oder selbst noch vorher mit den aus den dorso-lateralen sensibeln Vaguskernen entstehenden sensibeln Wurzelbündeln vereinigen; die spino-occipitalen

Nerven sind ursprüngliche Spinalnerven, die jedenfalls erst sekundär dem Schädel assimilirt wurden, mit ihren Skeletumgebungen das Neocranium bildend, und deren ventrale, der ventro-medialen motorischen Säule der Medulla (spinalis) entstammende Wurzeln wie bei den Spinalnerven ganz peripherisch, weit jenseits des Austritts aus der Medulla mit ihren dorsalen Wurzeln (wenn vorhanden) sich verbinden. Die letzten der ventro-lateralen Zellensäule entstammenden Vaguswurzeln, welche namentlich das System des M. trapezius innerviren, können bei gewissen Selachiern ziemlich weit caudalwärts hinabsteigen und vereinigen sich dann unter ascendentem, rekurrentem Verlaufe mit dem Haupttheil des Vagus; insbesondere bei *Hexanchus*, der den kräftigsten M. trapezius unter den Selachiern besitzt, reichen sie bis in den Anfang der Medulla spinalis, zwischen die motorischen und sensibeln Wurzeln des ersten oder der ersten Spinalnerven sich einschiebend, und sind dann durch nichts Wesentliches von dem N. accessorius Willisii der Amnioten unterschieden. Man kann somit schon bei Selachiern von einem N. vago-accessorius sprechen, darf aber nie die Einheitlichkeit dieser Bildung aus dem Auge lassen; alle Angaben, welche den Accessorius als spinalen Nerven dem speciellen Vagus gegenüberstellen, sind irrthümlich. Hinsichtlich der Ursprünge und Abgänge der occipitalen wie spinalen Nerven lässt sich nachweisen, dass sie dem konstanteren Ursprunge des Vago-Accessorius gegenüber in einem stetigen Vorrücken nach vorn begriffen sind, welches mit der successiven Rückbildung der vordersten Occipitalnerven im Kausalnexus steht; durch diese Reduktionen entstehen, so zu sagen, vorn gelegene Loci minoris resistentiae, welche von den nächstfolgenden, von hinten her herandrängenden Nerven eingenommen werden. Dass das Ende des Vago-Accessorius-Ursprunges zwischen die Wurzeln der Spinalnerven, also scheinbar in das Gebiet der Medulla spinalis gerieth, ist ebenfalls eine Folge dieser Vorwärtswanderung der spinalen Nervenursprünge und macht zugleich recht wahrscheinlich, dass sich einstmals vor *v* noch weitere Occipitalnerven (*u*, *t* . . . .) fanden, die inzwischen reducirt wurden. In Wirklichkeit gehört aber der Accessorius-Ursprung nicht dem Rückenmark, sondern dem Gehirn zu und bildet dessen letztes, von spinalen Elementen überkreuztes Ende. Selbstverständlich hat man sich alle diese Wanderungen innerhalb des ventralen Nervensystems nicht roh vorzustellen, sondern muss hierbei zahlreichen Instanzen und feineren Korrelationen Rechnung tragen, auf die hier aber nicht näher eingegangen werden kann.

Der Eintritt der Occipitalnerven in die Schädelwand erfolgt in einer ventral resp. ventro-caudal von der Vagusöffnung liegenden Reihe von feinen Oeffnungen, die in ihrer gegenseitigen Lage und Entfernung und ihren Beziehungen zum Foramen pro vago veränderliche Verhältnisse darbieten, welche ebenfalls auf das angeführte Vorwärtsrücken der hinteren Nerven in Folge der Rückbildung der vorderen zurückzuführen sind, aber auch schon von ihrer peripherischen Plexus-Bildung mit den spinalen Nerven, möglicher Weise auch in beschränktem Maasse von Zusammenziehungen der einzelnen den Schädel durchsetzenden Vaguswurzeln beeinflusst werden; der letzterwähnten Instanz gebe ich aber eine nur sehr geringe

Wahrscheinlichkeit. Ursprünglich sind die Kanälchen für die Occipitalnerven durch mehr oder minder dicke Knorpelscheidewände von dem Vaguskanal getrennt; diese Scheidewände können sich aber bei einzelnen Selachiern verdünnen, partiell rarificiren und endlich bei den Holocephalen theilweise oder ganz schwinden, worauf dann der erste oder beide Occipitalnerven gemeinschaftlich mit dem N. vagus durch den Vaguskanal verlaufen. — Die drei occipito-spinalen Nerven der Holocephalen durchsetzen immer getrennt vom Vagus den Schädel (kranio-vertebraler Komplex); die beiden letzten (*b* und *c*) treten aber durch eine gemeinsame Oeffnung und können bei *Callorhynchus* so zusammenfliessen, dass sie den Eindruck eines einzigen Nerven machen. Aehnliche Verhältnisse finden sich auch bei Teleostiern und Amnioten. Während des Durchtritts durch die Schädelwand findet meist, als Partialerscheinung der peripherischen Plexusbildung, eine Konvergenz der Occipitalnerven statt, die unter Umständen so weit gehen kann, dass diese Nerven, in Mehrzahl (2—3) in die Schädelwand eintretend, dieselbe zu einem Stamm verbunden durch eine einzige Oeffnung verlassen. Alle diese Beziehungen geben zugleich Kunde von der Bildsamkeit des Schädels, welcher sich in seiner feineren Modellirung den Nerven anpasst.

Nach dem Austritte aus dem Schädel verbinden sich die Occipitalnerven mit den auf sie folgenden Spinalnerven resp. occipito-spinalen Nerven (Holocephalen) zu einem gemeinsamen Plexus cervico-brachialis, der mit seinen hinteren (caudalen) Aesten (Plexus brachialis und pterygialis) die Brustflosse, mit seinen vorderen (rostralen) zuerst die epibranchiale, dann die hypobranchiale spinale Muskulatur und in geringer Ausdehnung die vor und in dem Bereiche des Korakoids befindliche Haut versorgt (Plexus cervicalis). Während seines Verlaufes bildet der Plexus cervicalis einen die Kiemenregion hinten umziehenden Bogen mit vorn liegendem Anfange und Ende; es ist schon durch Gegenbaur gezeigt worden, dass diese Bogenbildung in der Hauptsache durch die Rückwärtsausdehnung des visceralen Apparates bedingt wird. Bei den Selachiern ist dieser Bogen mehr oder minder lang gestreckt, bei den Holocephalen, wo der Kiemenapparat in Folge rückläufiger Zusammenschiebung wieder mehr rostralwärts rückte, flacher. Mit der verschiedenen Ausdehnung der visceralen Region und der Streckung des cervikalen Bogens steht die Lage des Schultergürtels, der direkt auf diesen Bogen folgt, und damit die der Brustflosse in engstem Konnexe. Die Entfernung des Schultergürtels von dem Cranium lässt sich durch Abzählung der zwischen beiden befindlichen Myomeren des Seitenrumpfmuskels, an dem auch in diesem Gebiete eine dorsale (resp. dorsale und dorsolaterale) und eine ventrale Abtheilung (Levator scapulae) unterschieden werden kann, messen. Zwischen diesen Zahlen und denen der Wurzeln des Plexus cervicalis ergeben sich gewisse Korrelationen, die aber durchaus nicht immer im Sinne eines harmonischen Verhaltens zwischen beiden verwerthbar waren; häufiger wurden Diskordanzen beobachtet.

Die Zahl der Wurzeln des Plexus cervicalis ist bei den verschiedenen Selachiern und Holocephalen eine sehr wechselnde; die Extreme von 4—12 für die Gesammtzahl aller Wurzeln (der occipitalen und spinalen) oder von 2—12 für die

spinalen Wurzeln allein wurden gefunden; zugleich zeigte sich, dass zumeist der hinterste Nerv des Plexus (Haie) oder mehrere hintere Nerven (Rochen) nur mit sensibeln Antheilen in den Plexus eingingen. Aus dem Wechsel heben sich die Holocephalen mit der geringsten Wurzelzahl (4 resp. 2), die Haie mit einer mittleren (4—11 resp. 2—9), die Rochen mit der grössten (10—12 resp. 9—12) hervor, und auch innerhalb der Haie konnte, namentlich bezüglich des spinalen Antheiles, eine kleinere Anzahl für die tiefer stehenden, eine grössere für die höher stehenden Familien im Allgemeinen konstatirt werden.

Auch bei den spinalen Nerven traten die sensibeln Antheile (Wurzeln) sehr gegen die motorischen zurück. Unter Umständen kann völliger Mangel der sensibeln Wurzeln bis zum 3. Spinalnerven (resp. occipito-spinalen Nerven) beobachtet werden; einmal (*Raja clavata*) wurde selbst eine totale Rückbildung des ganzen 1. Spinalnerven gefunden. Auch darin spricht sich die Kontinuität zwischen occipitalen und spinalen Nerven aus. Die Verbindung beider Wurzeln zum Stamm erfolgt bekanntlich bei den Selachiern recht spät; namentlich die Notidaniden, aber auch die Rochen kennzeichnet eine sehr späte Vereinigung beider, die zum Theil (vorderste Nerven) erst im Plexus sich vereinigen; andererseits zeigt *Rhina* eine auffallend frühe Verbindung des motorischen und sensibeln Antheiles.

Die Scheidung der den Plexus cervicalis und den Plexus brachialis zusammensetzenden Wurzeln zeigt zugleich, dass bei Haien und Holocephalen nur wenige (1—3), bei Rochen eine beträchtlich grössere Anzahl derselben (8—10) beiden Geflechten gemeinschaftlich ist; bei der blossen Berücksichtigung der motorischen Plexus-Antheile ergiebt sich, dass die Haie die Gemeinsamkeit von 0—3 Wurzeln, die Holocephalen eine solche von 2 Wurzeln, die Rochen die von 4—7 Wurzeln aufweisen, also bei den ersten direkte Aufeinanderfolge oder geringgradige Gemeinsamkeit, bei den letzten ausgedehnte Deckung, bei den Holocephalen mittlere Zahlen. In der Hauptsache ist dieses verschiedene Verhalten auf die wechselnde Lage und Ausdehnung der Brustflosse zurückzuführen: die Haie mit mässiger[1]) entfalteter und in mässigerem[1]) Grade nach hinten gewanderter vorderer Extremität zeigen die einfacheren Verhältnisse; bei den Rochen hat die beträchtliche rostralwärts[2]) gehende Vergrösserung der mit ihrer Anheftung am Schultergürtel ziemlich weit hinten liegenden Brustflosse zu der ausgebreiteten Deckung beider Plexus geführt; bei den Holocephalen wiegt die rückläufige Vorwärtsbewegung der vorderen Extremität vor und dem entspricht auch die — absolut — unansehnliche, aber — relativ (d. h. im Verhalten zu dem schmalen Cervikalplexus) — nicht unbedeutende Gemeinsamkeit der Plexuswurzeln.

Die Plexusbildung erfolgt in der Regel derart, dass sich zuerst die Occi-

1) In der ganzen Thierreihe ist die Entfaltung der vorderen Extremität der Haie eine sehr ansehnliche auch die Entfernung vom Kopfe ist nicht unbeträchtlieh. Das „mässig" drückt nur das relative Verhalten innerhalb der Selachier aus.

2) Von der noch bedeutenderen Vergrösserung in caudaler Richtung wird, da für die interessirende Frage bedeutungslos, hier abgesehen.

pitalnerven unter einander verbinden, und zwar die vorderen früher als die hinteren, und dass danach die Spinalnerven nach und nach in den bei den Selachiern vorwiegend in longitudinaler Richtung verlaufenden Sammelstamm (Collector) eintreten, denselben successive verstärkend. Die Länge und Richtung der Plexuswurzeln ist hierbei eine sehr wechselnde und zwar weisen gerade die am höchsten Stehenden unter den Haien die grössten Extreme auf; bestimmte Regeln bezüglich einer Koincidenz zwischen späterem oder früherem Zusammentreten der Wurzeln und zwischen tieferer oder höherer systematischer Stellung der betreffenden Thiere lassen sich nicht aufstellen.[1])

Von dieser regelmässigen Plexusbildung kommen namentlich an den Anfängen der Plexus, d. h. im occipitalen Gebiete derselben Abweichungen der mannigfachsten Art öfters zur Beobachtung. Die bemerkenswertheste ist die partielle oder totale Auslösung des ersten Occipitalnerven aus dem Plexus, der dann nur durch einen kleinen Theil oder gar nicht mit dem zweiten Nerven verbunden zu seinem Endorgan (M. subspinalis) geht. Ich erblicke darin, im gegebenen Falle, eine sekundäre Emancipation dieses ursprünglich intimer mit dem Plexus verbundenen Nerven. Aber selbstverständlich liegt es mir fern zu behaupten, dass die Plexusbildung überhaupt etwas von Anfang an Gegebenes gewesen sei. Sicherlich hat sich dieselbe erst im Laufe der phylogenetischen Entwickelung in dem Maasse vollzogen, als die Verschiebungen der Ursprünge der Nerven in Folge von Zusammenziehungen innerhalb des Craniums, als die metamerische Umwandlung und Wanderung der von ihnen versorgten Endgebiete und als die Ausdehnungen und Verlagerungen des visceralen Apparates mehr und mehr in Erscheinung traten. Aber wie sich dieser Process der Plexusbildung aufbauend vollzog, so kann er auch wieder in theilweise Rückbildung treten, wenn die ihn bedingenden Kausalmomente nicht mehr in Geltung bleiben oder durch neue ihnen feindliche Instanzen alterirt und abgeschwächt werden.

Die von dem Plexus cervicalis abgegebenen Aeste sind zum kleineren Theile sensible, zum weitaus grösseren motorische. Erstere gehen zur Haut, knapp vor oder auf dem ventralen Bereiche des Brustgürtels, sowie zu dem intermuskulären Bindegewebe; ihre geringe Ausbildung beruht auf einer sekundären Rückbildung, die zu der höheren Entfaltung der Rr. laterales des N. glossopharyngeus und N. vagus in Korrelation steht. Letztere versorgen die Seitenrumpfmuskulatur, sowie die epibranchialen und hypobranchialen spinalen Muskeln.

Die Nerven für die Seitenrumpfmuskulatur sind meist kurze Zweige, die während des Verlaufes der Plexuswurzeln durch diese Muskulatur hier und da abgehen und die Myomeren versorgen, welchen die Plexuswurzeln angehören. Im dorsalen und dorso-lateralen Gebiete der Rumpfmuskulatur geschieht diese Innervation

1) Wiederholt kann man bei verschiedenen Wirbelthierabtheilungen beobachten, dass die Plexusbildung ziemlich weit entfernt von den Wurzelursprüngen beginnt, nach und nach aber aus diesem peripheren Gebiete sich dem Centrum nähernd zusammenzieht. Der weite peripherische Plexus giebt sich meist als der primitivere, der engere, mehr centralwärts gerückte als der höhere, länger bestandene zu erkennen. Die Verhältnisse innerhalb der Selachier leisten dieser allgemeinen Regel keinen Vorschub.

rein und genau nach den Myomerengrenzen, in dem ventralen treten aber gewisse Verschiebungen und Umlagerungen dieser Muskulatur ein, welche die Versorgung von je zwei Myomeren durch Zweige eines Nerven und zugleich eine Vertheilung von je zwei Nerven in einem Myomer bedingen. Die wesentlichste Causa movens für diese Umgliederungen und Abweichungen von dem ursprünglichen rein dorsalen Verhalten, die übrigens im hypobranchialen spinalen Muskelgebiete, sowie (nach den Untersuchungen von BRAUS und von WICKSTRÖM) in den folgenden Rumpfgebieten zu noch grösserer Komplikation entwickelt sind, ist gegeben in den — natürlich mechanisch von der Rumpfmuskulatur selbst abhängigen — Verschiebungen der paarigen Extremitäten und des Endes des Digestionsrohres (Analöffnung).

Die für die epibranchialen spinalen Muskeln bestimmten Nerven zeichnen sich durch grosse Feinheit aus und zweigen sich in wechselnder Anzahl (3—8) von dem Anfange des gemeinsamen Hauptplexus ab, wobei sie, namentlich bei den Notidaniden, einen besonderen Plexus (epibranchialer Nebenplexus) bilden können; immer gehen sie medial am Hauptstamm des Vagus vorbeiziehend zu den von ihnen versorgten Muskeln. Sie werden fast ausschliesslich von Occipitalnerven abgegeben; nur ausnahmsweise betheiligt sich der Spinalnerv mit einem feinen Zweige an ihrer Bildung. Dass hierbei der erste Occipitalnerv nicht selten eine grössere Selbständigkeit gewinnen kann, wurde bereits bei der Plexusbildung hervorgehoben. Die Vertheilung der bezüglichen Nerven in den von ihnen versorgten Muskeln geschieht im Allgemeinen derart, dass die vorderen den M. subspinalis, die hinteren der Reihe nach die Mm. interbasales versorgen; aber es besteht hierbei keine genaue Kongruenz zwischen beiden, sondern vielmehr eine ausgesprochene numerische Dysmetamerie zwischen den Nervenwurzeln, den Muskeln resp. Myomeren und den Theilen des Visceralskeletes, mit welchen letztere in Verbindung stehen. Bei den Notidaniden und unter diesen bei *Heptanchus* zeigen die epibranchialen Nerven die höchste Entfaltung, bei den pentanchen Haien sind sie schwächer entwickelt und bieten die mannigfachsten Grade von mittlerer oder geringer Ausbildung oder selbst völliger Rückbildung dar, bei den untersuchten Rochen sind sie völlig unterdrückt, bei den Holocephalen im vorderen (zum M. subspinalis gehenden Theile) sehr gut, im hinteren (den M. interbasalis 2 versorgenden) minimal ausgebildet. Sie befinden sich somit von den Notidaniden ab im Zustande zunehmender Reduktion.

Der hypobranchiale Endtheil des Plexus ist entsprechend der ansehnlicheren Muskelmasse, die er versorgt, weit bedeutender entwickelt als der epibranchiale. Ihn setzen in der Regel nur Theile des letzten oder der beiden letzten Occipitalnerven[1]), sowie alle in den Cervicalplexus eintretenden motorischen Antheile der spinalen (resp. occipito-spinalen) Nerven zusammen. Die Nerven treten, nachdem sie den N. vagus lateral passirt haben, in ungemein wechselnder Weise, bald einfach, bald doppelt, in die hypobranchiale spinale Muskulatur ein; meist lässt sich ein im

1) Ganz ausnahmsweise kann auch von dem drittletzten Occipitalnerven ein (übrigens noch nicht vollkommen gesichertes) mikroskopisches Fädchen noch an der Versorgung der hypobranchialen Muskulatur participiren.

lateralen Gebiete derselben, an der Grenze zwischen den Mm. coraco-branchiales und dem medialen Hauptstocke verlaufender Hauptstamm unterscheiden, der laterale resp. dorso-laterale Zweige an die Mm. coraco-branchiales und mediale resp. ventro-mediale Aeste an den hinteren Hauptstock, sowie die Mm. coraco-hyoideus und coraco-mandibularis abgiebt. Hierbei vertheilen sich die von den hinteren Nerven (Spinalnerven) stammenden Fasern vorwiegend in den hinteren Abschnitten (Hauptstock und Coraco-branchiales), die von den vorderen Nerven (Occipitalnerven und Theilen der ersten Spinalnerven) kommenden Zweige in der Hauptsache in den vorderen Theilen (Coraco-hyoideus und Coraco-mandibularis) dieser Muskulatur. Doch bestehen hier ebenso wenig wie in dem epibranchialen Gebiete kongruente Beziehungen zwischen Muskeln und Nerven; bald wiegt die Zahl der Myomeren, bald die der Nervenwurzeln vor. Die Nerven binden sich nicht an die durch die Myomeren gegebenen Grenzen, sondern treten durch die intermyomeren Septen hindurch; allenthalben finden sich deutlichere Anzeigen von den mannigfachsten Umlagerungen, Auflösungen und Neubildungen, welche diese Muskulatur in Folge der schon oben erwähnten Verschiebungen der Extremitäten und ferner in Folge ihrer Beziehungen zu dem ihr ursprünglich fremden visceralen Apparate eingegangen ist.

Wie die früheren Darlegungen über die Zusammensetzung und peripherische Verbreitung des Plexus cervicalis und branchialis (pag. 383 ff.), insbesondere auch die oben (pag. 403, 404) mitgetheilten Tabellen deutlich zeigen, besteht bezüglich der Versorgung der Endorgane und der metamerischen Folge der diese Versorgung übernehmenden Nervenwurzeln die grösste Mannigfaltigkeit. Derselbe Muskel, z. B. der Coraco-branchialis 5 wird von N. spinalis 2 (*Spinax*, *Acanthias*, *Cestracion*), 2 und 3 resp. *b* und *c* (Notidaniden, Holocephalen), 3 und 4 (*Centrophorus*, *Scyllium* indiv., *Mustelus*), 4 und 5 (*Scyllium*, *Mustelus* indiv.), 5 und 6 (*Torpedo* juv.), 6 und 7 (*Odontaspis*, *Prionodon*, *Torpedo* adult.), 7 und 8 (*Rhinobatus*, *Raja*), sowie 8 und 9 (*Raja*) versorgt, — und entsprechende Variirungen kann man auch für die anderen Muskeln oder Endorgane zusammenstellen. Angesichts dieser ungemein grossen und zahlreichen Differenzen wird man die metamerische Abkunft der Endzweige bei Vergleichungen mit grosser Vorsicht beurtheilen, wird aber namentlich aus dem peripherischen Verhalten der Nerven niemals Schlüsse auf ihre Metamerie und ihr centrales Verhalten ziehen dürfen. Alle diesbezüglichen Vergleichungen, insbesondere die vielfach wiederholten Versuche, die speciellere metamerische Natur z. B. des N. hypoglossus aus seiner Endverbreitung zu erschliessen, haben stets zu irrigen Resultaten geführt, über welche später noch zu handeln ist[1].

1) Uebrigens verweise ich auch auf meine älteren Arbeiten über diese Fragen (1875 und 1879), in welchen die grosse metamerische Variabilität und die Umbildungen der Nervenplexus im Zusammenhange behandelt und an mehreren Beispielen demonstrirt wurden.

Hinsichtlich der Anordnung der epibranchialen und hypobranchialen spinalen Muskulatur selbst fasse ich mich kurz und verweise in der Hauptsache auf die schon bei den betreffenden Kapiteln 7 und 8 gegebenen allgemeineren Bemerkungen über dieselbe (pag. 416f. und pag. 433f.). Beide Muskelgruppen sind spinaler Abkunft und haben sich, in sehr früher phylogenetischer Zeit, mit dem Visceralskelete in Verband gesetzt, die epibranchiale Muskulatur mit seinen dorsalen Gliedern (Basalia s. Pharyngobranchialia), die hypobranchiale mit seinem ventralen Bereiche (Copulae, Copularia s. Hypobranchialia und angrenzende ventrale Mittelstücke s. Ceratobranchalia). Dieser Verband muss sich unter den mannigfachsten Veränderungen und Verschiebungen vollzogen haben, wobei noch alterirende Instanzen anderer Art umbildend, auflösend und neubildend mitwirkten; die Folge davon ist die bereits hervorgehobene Dysmetamerie zwischen den hierbei in Frage kommenden Skelet-, Muskel- und Nerven-Elementen, deren gründliche und von Gesichtspunkten geleitete, vergleichende Untersuchung uns die Vorgeschichte dieser Körpertheile mehr aufhellt als die rein ontogenetischen Beobachtungen an dieser oder jener Form. Für die Ausbildung der epibranchialen Muskulatur bildete ein hypaxonischer, die proximalen Enden der Kiemenbogen-Basalia zugleich einschliessender Muskel den Ausgang. Derselbe ist bei den Notidaniden, wenn auch nicht mehr in der ursprünglichen Bildung und Ausdehnung, noch nachweisbar (Subspinalis *a*), bei den pentanchen Haien und Holocephalen aber verschwunden; nur seine Abkömmlinge (Subspinalis = Subspinalis *b* der Notidaniden, sowie die Interbasales) bestehen bei denselben noch in zahlreichen quantitativen und qualitativen Variirungen fort. Rückbildungen der mannigfachsten Art kommen hierbei vor und führen bei *Scymnus* unter den Haien und bei den untersuchten Rochen zum völligen Schwunde dieser Muskelgruppe, die ihre primordiale Natur auch durch die Art, wie die sie versorgenden Nerven zu ihr gelangen (medial von dem die Seitenplatten-Derivate innervirenden N. vagus), dokumentirt. Minder veränderlich in ihrer Existenz ist die hypobranchiale Muskulatur, sie findet sich, wenn auch einzelne ihrer Elemente (Coraco-hyoideus und Coraco-mandibularis bei einzelnen Haien und Rochen, Coraco-branchiales 6 und 7, bei den pentanchen Selachiern und den Holocephalen) ausfallen können, in guter Ausbildung bei allen untersuchten Selachiern und Holocephalen, zeigt aber bei den einzelnen Formen recht verschiedenartige Anpassungen, wobei die Bildungen bei den Haien und insbesondere bei den Notidaniden als die Ausgang gewährenden, die bei den Rochen und Holocephalen als die abgeleiteten sich zu erkennen geben.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen an den spino-occipitalen Nerven und den von ihren versorgten Theilen lassen, mit Rücksicht auf die systematische Stellung der betreffenden Thiere, Selachier und Holocephalen als zwei nahe verwandte, aber zugleich wohl begrenzte Ordnungen erkennen, von denen die letzteren die höhere, mehr specialisirte Abtheilung repräsentiren. Das stimmt mit den Anschauungen, zu denen u. A. auch JOH. MÜLLER, DUMÉRIL, GÜNTHER, GEGENBAUR, HUXLEY und WILDER gelangt sind. Manches bei den Holocephalen (z. B. der M. coraco-praemandibularis) erscheint auf den ersten Blick ganz primordial, wird aber bei ge-

nauerer Untersuchung doch als secundär erkannt. Dass neben den durchgehenden Zeichen einer höheren Differenzirung auch vereinzelte primitivere Züge in der Gesammtkonfiguration der Holocephalen sich finden, soll nicht geleugnet werden. Solche primordiale Relikten kommen aber auch bei noch viel höher stehenden Thieren zur Beobachtung und sind auch naturgemäss zu erwarten, denn es liegt in dem Wesen der höheren Differenzirung, dass neben der Hauptmasse der höher ausgebildeten Organe und Organtheile auch einzelne in dem Kampfe um die höhere Differenzirung zurückbleiben und zum Theil in dieser niederen Stufe verharren, da nicht alles, was primitiv bleibt, dem inneren Kampfe um das Dasein gänzlich zum Opfer fallen und verschwinden muss. Systematische Schlussfolgerungen haben sich aber nicht einseitig an diese vereinzelten primitiv gebliebenen Züge zu halten, sondern müssen die Totalität, in welcher die überwiegende Mehrheit der Differenzirungen den Schwerpunkt bilden, berücksichtigen. Danach aber kann kein Zweifel über die höhere Stellung der Holocephalen gegenüber den Selachiern bestehen.

Unter den Selachiern wieder sind es die Haie, welche den Ausgang bilden, während die Rochen sich fast allenthalben als die höhere, einseitig differenzirte Abtheilung zu erkennen geben. Unter den hier untersuchten Gebilden der Haie ist kein einziges von den entsprechenden der Rochen ableitbar, überall aber liegt die Ableitbarkeit der Differenzirungen bei den Rochen von denen bei den Haien klar zu Tage. Somit kompletiren und unterstützen diese Untersuchungen auch diejenigen, welche hinsichtlich ihrer taxonomischen Verwerthbarkeit an anderen Organen gewonnen wurden. Nur eine totale Verkennung der wirklich bestehenden Verhältnisse kann in den Irrthum verfallen, die Rochen als die primitiveren, die Haie als die höher stehenden Vertreter der Selachier hinzustellen. Unter den Haien endlich stehen die Notidaniden am Anfange und gewähren für die meisten Differenzirungen der pentanchen Haie den Schlüssel; unter ihnen wieder weist *Heptanchus* zahlreichere primordiale Züge auf als *Hexanchus*, in einzelnen aber zeigt auch letzterer ein ursprünglicheres Gesicht.

II. Vergleichung mit den spino-occipitalen Nerven der höheren Wirbelthiere.

Taf. VII, Taf. VIII.

In diesem Abschnitte soll über die spino-occipitalen Nerven und die von ihnen versorgten Theile bei den höher stehenden Abtheilungen der Vertebraten, den Ganoiden, Teleostiern, Dipnoern, Amphibien, Sauropsiden und Säugethieren ge-

handelt werden. Die Darstellung giebt allenthalben eine Vergleichung mit den Selachiern.

A. Ganoiden.

Taf. VII Figg. 1—5, Taf. VIII Figg. 1—4.

Die Litteratur über die spino-occipitalen Nerven der Ganoiden ist eine nicht unbeträchtliche. Ueber *Acipenser* handeln Stannius (1839, 1843, 1849, 1853), Vetter (1878), van Wyhe (1880, 1882), W. K. Parker (1882), Goronowitsch (1888) und Sewertzoff (1895), über *Polyodon* Bridge (1879), über *Polypterus* Joh. Müller (1846), van Wyhe (1880, 1882), Sagemehl (1885 resp. 1891) und Pollard (1891, 1892), über *Lepidosteus* Joh. Müller (1846), van Wyhe (1880, 1882), Sagemehl (1885 resp. 1891) und Sewertzoff (1895), über *Amia*[1]) Bridge (1877), van Wyhe (1880, 1882), Mc Murrich (1885), Sagemehl (1885 resp. 1891) und Sewertzoff (1895). Endlich verdanken wir Gegenbaur (1887 B.) eine zusammenfassende Darstellung der Occipitalregion der verschiedenen Ganoiden, die zahlreiche Hinweise auf die sie durchsetzenden Nerven enthält.

Trotz aller dieser Untersuchungen hat unsere Kenntniss und Beurtheilung der spino-occipitalen Nerven der Ganoiden noch keinen genügenden Abschluss erhalten. Das liegt namentlich an der erheblichen Schwierigkeit, das Cranium der meisten Ganoiden gegen die Wirbelregion abzugrenzen. Aehnlich wie bei Holocephalen hat sich das Cranium der lebenden Ganoiden durch Assimilation einer Anzahl von Wirbeln, welche bei den Selachiern in der Hauptsache von demselben noch getrennt geblieben sind, caudalwärts verlängert und damit den Anfang der Medulla spinalis und die ersten Spinalnerven in seinen Bereich aufgenommen. Das Cranium zeigt, wie das Sagemehl (1885 resp. 1891 p. 526) ausdrückt, den auximetameren Typus und stellt sich damit dem protometameren der Selachier gegenüber[2]). Es ist somit zugleich, wie bei den Holocephalen[3]), zu dem ursprünglichen Kontingent der älteren occipitalen Nerven noch der jüngere Zuwachs occipito-spinaler Nerven hinzugekommen. Aber die Unterscheidung, welche von diesen als occipitale, welche als occipito-spinale

---

1) Shufeldt's Abhandlung (The Osteology of Amia calva. U. S. Fish. Comm. XI. Report for 1883 p. 747—879) war mir nicht zugänglich; ich weiss daher nicht, ob dieselbe auch der hier behandelten Verhältnisse gedenkt.

2) Zwischen Holocephalen und Ganoiden besteht in dieser Hinsicht nur eine ganz allgemeine Ähnlichkeit m Detail weichen beide Abtheilungen total von einander ab.

3) Diese Sagemehl'schen Begriffe »protometamerer« und »auximetamerer« Schädel decken sich nicht mit den Gegenbaur'schen »Palaeocranium« und »Neocranium«. Das Palaeocranium bedeutet ein Cranium ohne jede aus dem spinalen System ableitbare Zuthat, das Neocranium diese Zuthat; das protometamere Cranium dagegen drückt ein Cranium aus, welchem occipitale Nerven bereits assimilirt sind, das auximetamere ein solches, welches ausserdem noch occipito-spinale Nerven in sich aufgenommen hat. Die beiden Sagemehl'schen Begriffe fallen somit unter die Kategorie des Gegenbaur'schen Neocranium resp. Palaeocranium + Neocranium.

Nerven aufzufassen seien, ist bei der mehr oder minder innigen Verschmelzung der neuen Wirbelkomponenten mit dem ursprünglichen (protometameren) Cranium nicht ohne Weiteres durchzuführen, auch meines Wissens bisher nur von GEGENBAUR (1887) und SEWERTZOFF (1895) versucht worden.

Mir dienten zur Untersuchung *Acipenser sturio*, L. (2 Exemplare), *Polyodon folium*, Lacép., *Polypterus bichir*, Geoffr. (2 Ex.), *Lepidosteus osseus*, L. (2 Ex.) und *Amia calva*, L.

Ich finde bei diesen Ganoiden 1—2 occipitale Nerven, welche *z* resp. *y* und *z* der Selachier zu vergleichen sind[1]); auf sie folgen (nach meiner Deutung) die occipito-spinalen Nerven in der Zahl von 1—5 (*a*—*e*), wozu noch 1—3 dem Cranium nicht vollkommen assimilirte[2]) Nerven (*f*[6]—*h*[8]) hinzutreten. Eine wirkliche Grenze zwischen den Kategorien der occipitalen und occipito-spinalen Nerven existirt in der Regel weder an der Medulla noch am Cranium und damit ist die Scheidung Beider auf Grund direkter Untersuchung bei den meisten Ganoiden eine unsichere. Für mich bildete das Verhalten an dem untersuchten Exemplare von *Polyodon* (Taf. VII Fig. 2), wo die erste dorsale Wurzel (a^d) eine durch ein partielles Ligament (*) markirte Stelle des Schädels passirt, das entscheidende Kriterium. In dieser Stelle erblicke ich die noch nicht vollkommen verwischte Grenze zwischen dem selachierartigen (protometameren) Cranium und der Wirbelsäule und in der dorsalen Wurzel diejenige des ursprünglichen ersten Spinalnerven, der nun zum ersten occipito-spinalen Nerven (*a*) geworden ist. Danach sind die beiden vorhergehenden ventralen Wurzeln als occipitale Nerven (*y* und *z*) aufzufassen. Dazu kommen noch die beiden, bereits von GEGENBAUR (1887 B p. 12 und 17) hervorgehobenen Charaktere des Störschädels: 1) die äussere Konfiguration, die an der entsprechenden Stelle eine den ersten Wirbeldorn von dem ursprünglichen Cranium etwas absetzende, wenn auch sehr unansehnliche Furche erkennen lässt, 2) das vordere Ende des nur im Wirbelbereiche sich findenden elastischen Bandes innerhalb der Bogentheile der Wirbel und seine Abgrenzung gegen das alte Cranium, welche desselben entbehrt. Auf Grund dieser Bestimmungen macht dann die Determination der Occipitalnerven bei den anderen Ganoiden keine Schwierigkeit.

Danach vertheilen sich die occipitalen (*y*, *z* resp. *x*, *y*, *z*) und occipito-spinalen Nerven (*a*—*c*), sowie die ihm noch nicht vollkommen assimilirten Uebergangsnerven (*f*[6]—*h*[8]) mit ihren ventralen und dorsalen Wurzeln (*v* und *d*) folgendermaassen:

1) GORONOWITSCH und SEWERTZOFF bei jungen Exemplaren von *Acipenser ruthenus* selbst 3, welche sonach *x*, *y* und *z* entsprechen.

2) Bei dem Cranium erst partiell angewachsenen, theilweise noch durch Band ihm verbundenen Wirbeln.

x^v, y^v, z^v, a^{vd}	*Acipenser ruthenus juv.* (SEWERTZOFF)[1].
$x^v, y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd}, c^{vd}, d^{vd}$	*Acipenser ruthenus juv.* (GORONOWITSCH).
$y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd}, c^{vd}, d^{vd}, e^{vd}, f(6)^{vd}$	*Polyodon folium* (Taf. VII Fig. 2).
$y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd}, c^{vd}, d^{vd}, e^{vd}, f^{vd}$	*Acipenser ruthenus* (GEGENBAUR), *A. sturio* (GEGENBAUR).
$y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd}, c^{vd}, d^{vd}, e^{vd}, f(6)^{vd}, g(7)^{vd}$	*Acipenser sturio.*
$y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd}, c^{vd}, d^{vd}, e^{vd}, f(6)^{vd}, g(7)^{vd}, h(8)^{vd}$	*Acipenser sturio* (Taf. VII Fig. 1).
$y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd}, c^{vd}, d^{vd}, e^{vd}, f^{vd}, \quad g(7)^{vd}, h(8)^{vd}$	*Acipenser sturio.*
y^v, z^v, a^{vd}	*Polypterus.*
z^v, a^{vd}	*Polypterus* (Taf. VII Fig. 3).
$z^v, a^{vd}, b^{vd}, c^{vd}. d(4)^{vd}$ [2]	*Lepidosteus* (Taf. VII Fig. 4).
z^v, a^v, b^{vd}, c^{vd}	*Amia* (Taf. VII Fig. 5).

Die Vergleichung meiner Befunde mit denen der früheren Autoren ist zum Theil wegen der zumeist nicht durchgeführten Unterscheidung zwischen occipitalen und occipito-spinalen Nerven und wegen der mannigfachen Ungenauigkeiten der älteren Untersuchungen keine leichte. Sehr vortheilhaft heben sich neben GEGENBAUR's Abhandlung auch die neuest verfassten Arbeiten von GORONOWITSCH und SEWERTZOFF ab.

Bei *Acipenser* bildet STANNIUS (1843 Taf. III, 2) zwei feine, auf den Vagus folgende ventrale Wurzeln ab und deutet dieselben (vergl. auch 1839 p. 29) als N. hypoglossus; dieselben entsprechen möglicherweise den beiden occipitalen Nerven y und z, vielleicht aber auch z und a. Im peripherischen Nervensysteme der Fische (1849 p. 21. 22) und in der Zootomie der Fische (1853 p. 142) macht er weitere genaue Angaben über dieselben, insbesondere über den intrakraniellen Verlauf, den Durchtritt durch die Schädelwand und die peripherische Verbreitung, die mit meinen Befunden im Allgemeinen übereinstimmen, fasst sie aber, wogegen VAN WYHE mit Recht Einwand erhebt, als einen einzigen Nerven auf. — VETTER (1878 p. 481. 482) macht, vorwiegend auf Grund der Untersuchungen von STANNIUS, Angaben über die Innervation des Mm. branchio-mandibularis und coraco-arcualis, welche durch die ersten Spinalnerven geschehe. — VAN WYHE (1882 p. 35) beschreibt zwei hinter dem Vagus auftretende Nerven, welche lediglich ventrale Wurzeln darstellen und die er mit GEGENBAUR den unteren Vaguswurzeln vergleicht; auf sie folgen dann nach dem Typus der Spinalnerven gebaute, mit ventralen und dorsalen Wurzeln versehene Nerven. Wahrscheinlich entsprechen die beiden ersteren meinen y^v und z^v oder z^v und a^v, die folgenden b^{vd}, c^{vd} etc. — W. K. PARKER (1882 Pl. XVI, 2) giebt einen Durchschnitt durch den Schädel, der in der Occipitalgegend die Oeffnungen für sechs ventrale Wurzeln enthält. Bei der Mangelhaftigkeit der Abbildung, in welcher die Löcher für die dorsalen Wurzeln ganz fehlen, ist es unmöglich zu bestimmen, welche Nerven durch diese Oeffnungen gegangen sein mögen. —

1) Ueber die Zahl der occipito-spinalen Nerven macht SEWERTZOFF keine Angaben. Individuell kann nach diesem Autor auch der erste Occipitalnerv schwinden.

2) Bei *Lepidosteus* kennzeichnet sich d (4) auch als Uebergangsnerv zwischen occipito-spinalen und spinalen Nerven, aber in anderer Art als bei *Acipenser* und *Polyodon*, indem bei diesen Knorpelganoiden beide Wurzeln von f (6), g (7) und h (8) zwischen partiell dem Cranium angegliederten Wirbeln hindurchtreten, bei Lepidosteus aber die ventrale Wurzel (d^v) noch durch das Cranium, die dorsale ($d\,[4]^d$) durch das Cranium und den ersten freien Wirbel verbindende Ligament hindurchtritt.

Gegenbaur (1887 B. p. 6—18) bestimmt auf Grund der äusseren Konfiguration und der Ausdehnung des nur den ursprünglichen Wirbeln zukommenden elastischen Bandes die Grenze zwischen dem ursprünglichen (dem den Selachiern homologen Cranium und dem mit ihm sekundär verschmolzenen Wirbelkomplexe und findet danach bei *Acipenser ruthenus* zwei Nerven (1. 2), welche er mit Wahrscheinlichkeit denen der Selachier vergleicht (meine *y* und *z*) und sechs neu einverleibte spinale Nerven (*a*—*f*). — Goronowitsch (1888 p. 471—473, 496) macht vortreffliche genaue Angaben über die betreffenden Nerven bei *Acipenser ruthenus.* Er unterscheidet zunächst drei ventrale, auf den Vagus folgende Wurzeln ($= y.z.a^v$ oder wohl $x.y.z$), welche er den medialen Theilen der ventralen Wurzeln des Rückenmarkes vergleicht, und dann vier spinale dem Schädel assimilirte Nerven ($= b — e$ oder $a — d$) mit ventralen und dorsalen Wurzeln. Im Detail, insbesondere im Verhalten der Ganglien der dorsalen Wurzeln, weichen seine Angaben von meinen Befunden an *Acipenser sturio* etwas ab, was sich hinreichend dadurch erklärt, dass er eine andere Species und jüngere Exemplare als ich untersuchte; in der Hauptsache besteht Uebereinstimmung. — Einen mächtigen Fortschritt bedeutet die ontogenetische Untersuchung von Sewertzoff (1895 p. 35—59, Taf. IV. V), der zu Folge die hintere Region des Sterletschädels sich zusammensetzt: 1) aus einem vordersten, an sich nicht segmentirt entstehenden Abschnitte (Parachordalia und Pars occipitalis cranii), der eben durch seine Beziehungen zu Myotomen und Nerven die ursprüngliche Segmentirung dokumentirt, 2) aus einem mittleren Abschnitte, der aus dem Schädel sich assimilirenden und danach mit ihm ein völliges Continuum bildenden Wirbeln sich aufbaut, und 3) aus einem hintersten, welcher ebenfalls aus dem Schädel sich angliedernden, aber ihre Individualität zeitlebens wahrenden Wirbeln besteht. Der erste Abschnitt legt embryonal vier Myotome und zwei vordere Nervenwurzeln (im Bereiche der beiden letzten Myotome) an, welche später sämmtlich verschwinden. Der zweite Abschnitt bringt ontogenetisch drei Myotome und drei vollständige, nach spinalem Typus gebaute Nerven mit ventralen und dorsalen Wurzeln zur Anlage, lässt aber dann Myotome und dorsale Wurzeln verschwinden, so dass nur noch drei ventrale Wurzeln (sogenannte ventrale Wurzeln des Vagus resp. Elemente des Hypoglossus nach Sewertzoff, meinen *x*, *y* und *z* vergleichbar), unter Umständen auch nur die beiden hinteren ventralen Wurzeln (*y*, *z*) persistiren. Der letzte Abschnitt endlich legt Myotome und vollständig entwickelte Spinalnerven mit ventralen und dorsalen Wurzeln an, die zeitlebens erhalten bleiben (meine *a*, *b*, *c* . . . .); über die Zahl dieser Elemente macht Sewertzoff keine Angaben. Diese Untersuchungen, wenn anders in der Vergleichung der einzelnen Stadien die speciell homologen Skelett-, Muskel- und Nervenelemente immer fest gehalten wurden[1]), leisten hinsichtlich der vordersten Occipitalnerven mehr als alles, was die Ontogenie der Selachier bisher zu Tage gefördert hat. Ueber den materiellen Inhalt derselben wird noch weiter unten zu sprechen sein.

Ueber die Muskeln von *Scaphirhynchus* existiren gute Angaben von Brutzer (1859).

Von *Polyodon* giebt Bridge (1878 Pl. 56. 6) die Abbildung eines Sagittalschnittes durch den Schädel, welcher je 7—8 hinter dem Vagusdurchtritt gelegene Nervenlöcher für ventrale (*vr*) und gleichviel dorsale (*dr*) Wurzeln aufweist. Die erste der ventralen entspricht dem Durchtritt des letzten von mir beobachteten occipitalen Nerven (*z*), die übrigen alle den occipito-spinalen Nerven, doch ziehe ich die Grenze zwischen dem kranio-vertebralen Komplexe und der freien Wirbelsäule früher als Bridge, der (p. 693) 8—9 Wirbel mit dem Cranium komplet verschmelzen lässt. — Die von Herrick (1891 Pl. XI. 15) gegebene Abbildung des Gehirns von *Polyodon* enthält ebenso wenig wie der Text der Arbeit etwas über spino-occipitale Nerven.

Bei *Polypterus* erwähnt Joh. Müller (1846 p. 96) zwei hinter dem Vagus aus dem Occipitale austretende Nerven, deren erster als Hypoglossus zum M. sterno-hyoideus, der zweite mit den folgenden Spinalnerven zur Brustflosse gehe. Der erste entspricht *z*, der letzte a^v. — Van

---

1) Sewertzoff hebt selbst hervor (p. 39), wie gross die Schwierigkeit hierbei sei und dass er lange über die Richtigkeit der Beobachtung und ihre Deutung unschlüssig gewesen sei. — Die Myotome von *x*, *y*, *z* schwinden übrigens nicht.

Wyhe (1882 p. 61) rekapitulirt in der Hauptsache diese Angaben und beschreibt, als bekannt, zwei hinter dem Vagus und dem Occipitale austretende Nerven, deren erster der Hypoglossus sei und die Mm. coraco-arcuales versorge, während der zweite mit den zwei ersten Spinalnerven und einem Zweige des dritten den Plexus branchialis bilde. — Sagemehl (1885 resp. 1891 p. 524) notiert einen freien von einem Nerven durchbohrten Occipitalbogen; der Nerv entspricht meinem zweiten occipito-spinalen Nerven (*b*). — Gegenbaur (1887 B. p. 20, Taf. I. 6) beschreibt und bildet eine weit hinter dem Vagus das Occipitale laterale durchsetzende Nervenöffnung ab, welche ich der ventralen Wurzel von *a* zuertheilen möchte; der anderen hierher gehörenden Nerven wird in dem vorwiegend die Osteologie berücksichtigenden Passus nicht Erwähnung gethan. — Pollard bemerkt in seiner ersten Abhandlung (1891 p. 341), dass der Hypoglossus einen kompleten Spinalnerven mit sensibler Wurzel und grösserem Ganglion bilde; in der zweiten Abhandlung (1892 p. 391. 392. 398. Taf. 27. 8, Taf. 28. 12) giebt er eine genaue, durch treffliche Abbildungen illustrirte Beschreibung der bezüglichen Verhältnisse, die in allen Hauptsachen mit den Befunden meiner Untersuchungen übereinstimmt; hinsichtlich der Deutungen komme ich allerdings zu sehr abweichenden Befunden. Sein Nervus XI entspricht meinem Occipitalnerven *z*, sein mit ventraler und dorsaler Wurzel versehener Nervus XII (Hypoglossus) meinem occipito-spinalen Nerven a^{vd}; die erstere Deutung Pollard's ist selbstverständlich nicht aufrecht zu erhalten, da der dem Vagus angehörende Accessorius nicht in dieser Weise als besonderer Nerv ausgebildet sein kann. In der peripherischen Verbreitung und in der Antheilnahme der folgenden vier Spinalnerven (2—5) an dem Plexus brachialis besteht zwischen Pollard und mir Uebereinstimmung; die Betheiligung des sechsten Spinalnerven an dem Plexus brachialis wird von ihm nicht erwähnt.

Auch für *Lepidosteus* macht Joh. Müller (1846 p. 99) gute Angaben über die betreffenden Nerven. Er beschreibt und bildet vier hinter dem Vagus durch das Occipitale tretende Nerven, von denen die beiden vorderen zu dem M. sterno-hyoideus, die beiden hinteren zur Brustflosse gehen. Die beiden ersten entsprechen wohl meinen *z* und *a*, die beiden letzten meinen *b* und *c*. — Van Wyhe (1882 p. 74) verweist hinsichtlich der hinter dem Vagus durch das Cranium austretenden Nerven auf Joh. Müller. — Sagemehl (1885 resp. 1891 p. 523. 524) erwähnt einen von einem Nerven (wohl mein *c*) durchbohrten Occipitalbogen. — Gegenbaur (1887 B. p. 19. 20, Fig. 4) handelt unter Bezugnahme auf die früheren Veröffentlichungen von Vogt und Brühl über die Occipitalregion und den ihr benachbarten Occipitalbogen. Er findet in ersterem und in letzterem je eine Nervenöffnung, welche wahrscheinlich den Löchern für die von mir als *b* und *c* gedeuteten Nerven entsprechen; der anderen durchtretenden Nerven wird keine Erwähnung gethan. — Herrick (1891 Pl. XIII. 9. 10) bildet das Gehirn, jedoch ohne jede Spur eines spino-occipitalen Nerven ab. — Sewertzoff (1895 p. 54, Fig. 2) findet in dem Occipitalbogen ausser der Gegenbaur'schen Oeffnung noch eine darauf folgende (somit ausser *c* noch *d*) und schliesst daraus, dass derselbe zwei Wirbelbogen entspreche.

Zahlreicher sind die über *Amia* in der Litteratur gemachten Angaben. Bridge (1887 Pl. XXIII. 5) bildet ab und beschreibt die zwei dem Occipitale angegliederten Occipitalbogen („neural arches attached to the basioccipital") mit ihren Nervenlöchern. — Van Wyhe (1882 p. 90) findet hinter dem Vagusloch drei durch das Occipitale resp. zwischen diesem und den ihm angeschlossenen beiden ersten Wirbelbogen austretende Nerven; der erste besitzt nur eine ventrale, die beiden anderen ventrale und dorsale Wurzeln; ich bin geneigt, den ersteren mit a^{v}, die beiden letzteren mit b^{vd} und c^{vd} zu vergleichen. Auch über die Innervation der den fünften Kiemenbogen mit dem Schultergürtel verbindenden Muskeln handelt er (p. 89) und findet diese durch einen Zweig des Vagus gegeben. Mit letzterer Angabe kann ich ebenso wenig wie mit der die Betheiligung von *a* am Plexus brachialis betreffenden mich vereinigen. — Sagemehl (1883 p. 193. 194) beschreibt die gleichen Nerven wie Van Wyhe, bezeichnet sie als „Occipitalnerven" und hebt mit gutem Rechte hervor, dass sie dem Cranium assimilirte ursprüngliche Spinalnerven seien, deren erster infolge sekundärer Reduktion seine dorsale Wurzel verloren habe. — Mc Murrich

(1885 p. 135 f.) giebt eine gute Darstellung der Muskeln des Schädels und Visceralskeletes von *Amia* und der Innervation desselben und handelt danach vergleichend über die occipito-spinalen Nerven, die er „Post-occipital und Hypoglossal Nerves" benennt, wobei er von den Befunden Sagemehl's ausgeht, dessen Folgerungen aber mit einiger Reserve gegenüber steht. Seinen Angaben über die peripherische Verbreitung der bezüglichen Nerven von *Amia* kann ich in der Hauptsache beistimmen, finde aber im Detail einige Abweichungen geringeren Grades von seinen Befunden. — Gegenbaur (1887 p. 19) geht von Sagemehl's Untersuchungen aus und stimmt diesem Autor hinsichtlich der Deutung der beiden letzten Nerven zu, während er hinsichtlich des ersten die Frage offen lässt, ob derselbe das Rudiment eines spinalen, erst sekundär dem Cranium angeschlossenen Nerven oder eine sogenannte ventrale Vaguswurzel repräsentire. — Sewertzoff (1895 p. 55) bestätigt auf Grund eigener Beobachtungen die Befunde und Folgerungen Sagemehl's. — Die neueste Arbeit von Allis (The Cranial Muscles and Cranial and First Spinal Nerves in *Amia calva*. Journ. of Morph. XI p. 485—491. Boston 1895) enthält nichts über die spino-occipitalen Nerven und die von ihnen versorgten Muskeln. Shufeldt's Abhandlung (a. a. O. 1883) ist mir im Original unbekannt geblieben; sie scheint in der Hauptsache an Sagemehl's Befunde anzuschliessen.

Ueber die Hypobranchial-Muskulatur der Ganoiden handeln Cuvier-Duméril (1840 p. 271), Albrecht (1876 p. 29. 30), Vetter (1878 p. 479 f.) Brutzer, (1858 p. 20 f.) und Mc Murrich (1885 p. 135 f.), die drei ersten über *Acipenser*, Brutzer über *Scaphirhynchus* Mc Murrich über *Amia*. Cuvier-Duméril und Albrecht machen nur ganz kurze Angaben ohne Berücksichtigung der Nerven, während die Darstellungen von Brutzer, Vetter und Mc Murrich genaue Beschreibungen der Muskeln und (bei den beiden letzten Autoren) ihrer Innervation enthalten.

Stets bestehen die occipitalen Nerven (*x. y. z.*) bei den ausgebildeten Thieren nur aus ventralen Wurzeln; die zugehörigen dorsalen sind auch mikroskopisch nicht nachweisbar und — wenn man die Verhältnisse bei den erheblich tiefer stehenden Selachiern in Erwägung zieht — jedenfalls schon seit ziemlich langer phylogenetischer Zeit vollkommen rückgebildet. Dass sie einstmals in Wirklichkeit vorhanden gewesen sind, ist a priori anzunehmen, wird auch durch die oben angeführten ontogenetischen Untersuchungen von Sewertzoff (1895) zu einem hohen Grad von Wahrscheinlichkeit erhoben.

Aber auch die noch persistirenden ventralen Wurzeln tragen deutlich die Kennzeichen einer mehr oder minder fortgeschrittenen Rückbildung: sie sind immer nur von mässiger bis geringer Grösse und nehmen wie bei den Selachiern in der Richtung von hinten nach vorn an Stärke ab; der erste kann bei den verschiedenen Ganoiden bis zum mikroskopisch feinen Faden oder selbst vollkommen reducirt sein. Bei den Knorpelganoiden finden sich drei (*x.y.z.*) oder in der Regel nur zwei (*y. z.*) Occipitalnerven; erstere Zahl wurde nur bei jungen Exemplaren von *Acipenser ruthenus* individuell beobachtet (Goronowitsch, Sewertzoff), während mittelalte und und ältere Exemplare von *Acipenser* (*ruthenus* und *sturio*) und *Polyodon* nur 2 Nerven aufweisen, deren erster (*y*) bei *Acipenser* von ziemlich geringer, bei *Polyodon* von sehr geringer Dicke war (Taf. VII Fig. 1, 2). Bei jungen Embryonen des Sterlets scheinen sich nach Sewertzoff's Untersuchungen noch zwei vor *x* befindliche ventrale Wurzeln

(und zwar diese allein) nebst zugehörigen Myotomen anzulegen, die aber bald wieder in Rückbildung treten; sie würden *v* und *w* der Notidaniden entsprechen[1]). Bei *Polypterus* konnte *y* nur bei den jüngeren Exemplaren auf der rechten Seite als mikroskopisch feines, aus wenigen Fasern bestehendes Fädchen nachgewiesen werden; die linke Seite und das ältere Stadium zeigten *y* als ersten und einzigen Occipitalnerven (Taf. VII Fig. 3). *Lepidosteus* und *Amia* fehlte *y* spurlos. Der Nerv *z* wurde bei allen Ganoiden gefunden und erscheint bei *Acipenser*, *Polyodon* und *Polypterus* als mittelstarker Nerv, bei *Lepidosteus* und *Amia* dagegen in weiter vorgeschrittener Rückbildung als recht feiner (bei *Amia* auch bisher übersehener) Faden (Taf. VII Figg. 4, 5).

Diesen ächten, denen der Selachier vergleichbaren, occipitalen Nerven schliessen sich die dem Cranium neu einverleibten occipito-spinalen Nerven (*a.b.c.* . . .) an, wegen der intimen Konkrescenz der Wirbel mit dem Cranium, sowie nach Ursprung von der Medulla und nach sonstigem Verhalten den ganz allmählichen Uebergang von den occipitalen zu den spinalen Nerven bildend. Alle (*Acipenser* indiv., *Polyodon*, *Polypterus*, *Lepidosteus*) oder die Mehrzahl derselben (*Acipenser* indiv., *Amia*) besitzen gleich den spinalen Nerven beide (ventrale und dorsale) Wurzeln; nur der erste kann unter gänzlicher Reduktion der dorsalen Wurzel nur aus einer ventralen Wurzel (a^v) bestehen (*Acipenser* indiv., Taf. VII Fig. 1; *Amia*, Taf. VII Fig. 5).

Die oben (p. 450) gegebene Tabelle lässt zugleich im Verhalten der occipito-spinalen Nerven drei verschiedene Entwickelungsrichtungen unterscheiden. Die erste, *Acipenser* (Taf. VII Fig. 1) und *Polyodon* (Taf, VII Fig. 2), ist durch eine grössere Anzahl von dem Schädel assimilirter occipito-spinaler Nerven gekennzeichnet, deren letzte sich auch noch post partum angliedern. So wies *Acipenser ruthenus* je nach dem Alter der untersuchten Thiere 4—6, *Acipenser sturio* 5—6 komplet assimilirte Nerven, denen sich noch 2—3 bloss partiell aufgenommene Uebergangsnerven anreihen, *Polyodon* 5 occipito-spinale und 1 Uebergangsnerven auf. *Polyodon* zeigte sowohl in der Existenz der beiden Wurzeln des ersten occipito-spinalen Nerven, dessen dorsale Wurzel durch eine noch theilweise ligamentöse Stelle des kraniospinalen Schädelkomplexes durchtritt, wie in der kleineren Zahl seiner Uebergangsnerven etwas primitivere Zustände als *Acipenser sturio*, wo die Wurzel a^d öfter fehlte und mehr Uebergangsnerven sich fanden; *Acipenser ruthenus* dagegen scheint noch tiefer als *Polyodon* zu stehen. Uebrigens genügt das bisher untersuchte geringe Material nicht zur Entscheidung dieser Frage. — Die zweite Entwickelungsrichtung charakterisirt *Polypterus*, indem hier nur ein mit ziemlich weit auseinander liegenden

---

1) SEWERTZOFF beschreibt vor diesen noch 2 nervenlose, bald sich rückbildende Myotome. Falls deren ontogenetische Existenz gesichert ist, gestatten sie den Schluss auf ein eventuelles palingenetisches Vorkommen von zwei noch mehr rostral gelegenen Occipitalnerven, die danach mit *u* und *t* zu bezeichnen wären. Alle diese Voraussichten, bezüglich welcher uns die bisherigen ontogenetischen Untersuchungen an den tiefer stehenden Selachiern im Stiche gelassen haben, wollen aber mit grösster Vorsicht gestellt sein. Jedenfalls knüpft sich aber an SEWERTZOFF's Befunde ein sehr grosses Interesse, lässt jedoch — angesichts des unerwartet verschiedenen Grades von Leistungsfähigkeit der ontogenetischen Befunde bei Selachiern und bei den Knorpelganoiden — weitere Untersuchungen an Beiden als sehr wünschenswerth erscheinen.

ventralen und dorsalen Wurzeln versehener occipito-spinaler Nerv (a^{vd}) in den Schädel aufgenommen ist (Taf. VII Fig. 3). — Die dritte endlich findet sich bei *Lepidosteus* und *Amia*, wo die occipito-spinalen Nerven in mittlerer Anzahl (3 bei *Amia*, 3—4 bei *Lepidosteus*) vertreten sind: die Konkrescenz der betreffenden Wirbelbogen, durch oder zwischen denen diese occipito-spinalen Nerven austreten, mit dem Schädel ist hier eine partielle, übrigens auch bei *Lepidosteus* und *Amia* ihre besonderen Wege gehende, wie aus der Ansicht der betreffenden Abbildungen (Taf. VII Fig. 4, 5) am besten erkannt wird. In den meisten Grundzügen lässt *Lepidosteus* eine niedrigere Stellung als *Amia* erkennen; doch zeigt auch letztere in der deutlichen Sonderung der in das Cranium einbezogenen Wirbelbogen einen primitiveren Charakter als ersterer.

Occipitale und occipito-spinale Nerven zeigen in ihrem Ursprunge und Abgange von der Medulla, gleich ihren Homologen bei den Selachiern und Holocephalen, durchaus die Eigenschaften spinaler Nerven, mit den Besonderheiten, welche bereits bei der genauen Beschreibung bei den Selachiern vermerkt wurden (p. 370 f). Mit gutem Rechte hebt Goronowitsch (1888 p. 496) hervor, dass sie den medialen Fasern der ventralen Spinalnervenwurzeln vergleichbar sind. Die Abgangsstellen der occipitalen Nerven entsprechen dem hinteren Bereiche des Vagusursprunges. Der interkraniale Verlauf der Nerven vom Abgang von der Medulla bis zum Durchtritt durch den Schädel ist durchweg ein längerer und schrägerer (von vorn nach hinten, also rostro-caudalwärts gehender) als bei den Selachiern; er kann selbst, namentlich bei den Knorpelganoiden und bei *Polypterus*, der longitudinalen Richtung nahe kommen und dann, was schon Stannius hervorhebt, ein sehr langer sein. Diese Richtungsänderung steht mit der grösseren Verkürzung resp. Zusammenziehung des centralen Nervensystems im Zusammenhang.

Der Durchtritt des occipitalen Nerven *y* durch den Schädel erfolgt stets in einiger Entfernung hinter dem Durchtritt des Vagus durch denselben; bei den Knorpelganoiden, namentlich bei *Polyodon*[1]) ist dieselbe selbst grösser als die von *z* bei *Lepidosteus* und *Amia*; *Polypterus* zeigt mittlere Grade der Entfernung. Ist der Occipitalnerv *x* vorhanden (*Acipenser ruthenus* juv.), so tritt er (nach der von Sewertzoff gegebenen Abbildung und Beschreibung) in grösster Nachbarschaft von dem Vagusloch in die Schädelwand. Auch hier ist die schon bei den Selachiern ausführlicher behandelte (p. 372, 376) Vorwärtswanderung der hinteren Occipitalnerven Hand in Hand mit dem Schwunde der vorderen leicht demonstrirbar[2]). Die zwei

1) Die Entfernung der Durchtrittsstelle von *y* von derjenigen des Vagus ist hier erheblich grösser als bei irgend einem Selachier. Ich erblicke darin eine namentlich bei *Polyodon* ausgesprochene Besonderheit des Schädels der Knorpelganoiden, welcher in dieser Hinsicht grössere relative Längenmaasse aufweist als der Selachierschädel.

2) Dieses Vorwärtsdrängen der hinteren Nerven findet auch, nach den Beschreibungen und Abbildungen von Sewertzoff (1895) zu schliessen, sehr ausgiebig in frühester post-embryonaler Zeit bei *Acipenser ruthenus* statt: In dem Stadium A (am ersten Tage nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei) liegt das erste beobachtete Myotom vor und auswärts von der Anlage des N. vagus, das fünfte, entsprechende aber um 4 Myotomlängen hinter diesem und dem N. vagus, während die Abbildung des Schädels eines erwachsenen Sterlets (Fig. 10) die Durchtrittsstelle von *x* direkt ventral unter der Vagusöffnung zeigt, — somit, die Richtigkeit der betreffenden Untersuchungen vorausgesetzt, ein Vorschieben um 4 Myotom-Längen. Auch Goronowitsch (1888, p. 529—531) beschreibt die gleiche

oder drei Occipitalnerven von *Acipenser* und *Polyodon* gehen in annähernd gleicher oder nur wenig geringerer Entfernung als Spinalnerven von einander durch separate Kanäle durch den Schädel, in dem einen Falle bei *Polypterus*, wo ein minimaler Rest von *y* noch existirte, geschah der Durchtritt jedoch in grösster Nachbarschaft von *z*, weiterhin selbst in dessen Kanal einmündend.

Die Durchtrittsstellen der occipito-spinalen Nerven folgen auf die der Occipitalnerven und sind allenthalben separate. Auch hier kennzeichnet *Acipenser*, *Polyodon* und *Polypterus* eine grössere relative Entfernung dieser Stellen, *Lepidosteus* und *Amia* eine etwas grössere Zusammendrängung derselben; die gegenseitigen Entfernungen sind übrigens selbst innerhalb desselben Individuums recht wechselnde und können an der Hand der Abbildungen (Taf. VII Figg. 1—5) am besten überschaut werden. Auch zeigen die Durchtritte der zusammengehörigen ventralen und dorsalen Wurzeln eine ungemeine Mannigfaltigkeit; bald liegen die ersteren, bald die letzteren mehr rostral oder mehr caudal, und auch hier bieten die einzelnen auf einander folgenden Nerven sehr charakteristische Differenzen dar, welche z. Th. für die verschiedenen Gattungen von differential-diagnostischer Bedeutung sind. Ebenfalls, insbesondere bei *Acipenser* (Taf. VII Fig. 1) und namentlich bei *Lepidosteus* (Taf. VII Fig. 4), wechselt die (dorso-ventrale) Höhe des Durchtrittes der dorsalen und ventralen Wurzeln.

Nach ihrem Austritte aus dem Schädel verlaufen die occipitalen und occipito-spinalen Nerven in descendenter Richtung ventral- und caudalwärts und bilden, nach längerem Verlaufe durch die Rumpfmuskulatur und nach Abgabe zahlreicher Zweige an dieselbe, einen einfachen Plexus (Taf. VIII Figg. 1—4), der sich mit seinen vorderen Aesten in der hypobranchialen spinalen Muskulatur (Plexus cervicalis, *Pl. cv.*), mit der hinteren Hauptmasse und meist unter Verbindung mit weiteren folgenden Spinalnerven in der Brustflosse vertheilt (Plexus brachialis s. pterygialis, *Pl. br.*). Fast durchweg ist die Plexusbildung der Ganoiden durch sehr lange Plexuswurzeln, also einen sehr späten peripherischen und meist nur partiellen Verband derselben unter einander gekennzeichnet und unterscheidet sich dadurch von den Geflechten bei den meisten Haien; nur *Odontaspis* unter diesen nähert sich den Verhältnissen bei den Ganoiden. Selbst der typische frühere Verband der ersten Nerven (*x. y. z. a.* oder *y. z. a.* oder *z. a*) kommt klar und deutlich nur bei *Acipenser* (Taf. VIII Fig. 1) zur Beobachtung, während *Polyodon* und *Amia* (Taf. VIII Fig. 4) denselben minder ausgesprochen darbieten, *Lepidosteus* (Taf. VIII Fig. 3) und namentlich *Polypterus* (Taf. VIII Fig. 2) aber gerade hier eine sehr peripher ausgebildete oder sogar in der Hauptsache unterbliebene Ansenbildung zeigen.

Lage von *x* bei seinen Exemplaren und tritt im Anschluss an Froriep für einen allmählichen Einschuss distaler Neuromeren und Mesomeren in die Oblongata und in die Occipitalregion des Schädels ein. — Noch deutlicher handelt Sagemehl bei anderer Gelegenheit (1885 resp. 1891) über diese Vorwärtsbewegung; darüber wird später noch zu sprechen sein.

Die Zusammensetzung der beiden Plexus wurde folgendermaassen gefunden:

Plexus cervicalis.

y, *z*	*Acipenser*
y, *z*, *a*	*Polyodon*
z, *a*	*Polypterus*, *Lepidosteus*
(*z*), *a*, *b*, *c*	*Amia*[1])

Plexus brachialis.[2])

z, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*	*Acipenser*
z, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*(6)	*Acipenser*, *Polyodon*[3])
a, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*(6)	*Polyodon*
a, 2, 3, 4, 5	*Polypterus*
a, *b*, *c*, *d*, 5, 6	*Lepidosteus*
b, *c*, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.	*Amia*.

Auch hier erfolgt, ähnlich wie bei den Selachiern und Holocephalen, die Aufeinanderfolge der beiden Geflechte derart, dass sich mindestens 1 Nerv (*Acipenser*, *Polyodon*, *Polypterus*, *Lepidosteus*), mitunter aber auch 2 (*Polyodon* indiv.?, *Amia*) gemeinschaftlich an der Bildung der beiden Plexus betheiligen. Diese gemeinsamen Nerven sind *z* (*Acipenser*) oder *a* (*Polyodon*, *Polypterus*, *Lepidosteus*) oder *z*(?) und *a* (*Polyodon*) oder *b* und *c* (*Amia*).

Die Ganoiden zeigen damit in der Hauptsache einfachere Verhältnisse als die Selachier, bei denen 1—10 beiden Geflechten gemeinsame Wurzeln zur Beobachtung kamen (p. 389). Bei einem direkteren Vergleiche sind von vorn herein die einseitig entwickelten Rochen (mit 8—10 gemeinschaftlichen Plexuswurzeln), sowie diejenigen Haie auszuschliessen, deren gemeinsame Wurzeln die Zahl 2 überschreiten oder in der Reihe der Spinalnerven weiter hinten (caudal) liegen; es bleiben sonach nur die Notidaniden, *Spinax*, *Acanthias*, *Cestracion* und die Holocephalen als den Ganoiden hinsichtlich dieses Verhaltens vergleichbar übrig, unter diesen bieten aber *Spinax* (mit gemeinsamem N. spinalis 2), *Acanthias* (mit gemeinsamem 2 oder 2 und 3) und

1) Der occipitale Nerv *z* konnte bei *Amia* (Taf. VIII. Fig. 4) seiner Feinheit und mangelhaften Konservation wegen an dem einzigen zur Verfügung stehenden Exemplare nicht bis zur hypobranchialen Muskulatur verfolgt werden; an besser erhaltenem Material wird das leichter gelingen. Auch fand sich hier ein von dem zweiten freien Spinalnerven (5) nach vorn strebender Ast (*R. pcv.*), der bis in den hinteren (caudalen) Bereich der hypobranchialen Gegend zog, sich hier verästelnd. Danach könnte man dem Plexus cervicalis von *Amia* auch eine weitere Ausdehnung nach hinten resp. eine grössere Anzahl von Wurzeln zuertheilen. Weitere Untersuchungen an besser erhaltenem Materiale sind sehr wünschenswerth.

2) Eine genauere Untersuchung der am meisten caudal gelegenen Wurzeln des Plexus brachialis, die übrigens nicht immer mit den vorhergehenden Nerven Ansen bilden, unterblieb, da diese Verhältnisse für die vorliegenden Fragen von keiner specielleren Bedeutung sind. Es ist daher wohl möglich, dass ausser den hier angegebenen Nerven auch noch der folgende sich mit seinen Zweigen an der Bildung des Armgeflechts betheiligt.

3) Bei *Polyodon* nimmt möglicherweise auch *z* mit einem feinen Fädchen an der Bildung des Plexus brachialis Antheil; doch konnte dies bei dem sehr schlecht erhaltenen Exemplar, das mir zur Verfügung stand, nicht sicher ausgemacht werden.

die Holocephalen (mit gemeinsamen *a* und *b*) die relativ nächsten Beziehungen zu den Ganoiden dar. Dass die gemeinsamen Wurzeln bei Letzteren in so geringer Anzahl sich finden und so weit vorn liegen, hat seinen Grund in der relativ mässigen Ausbildung und der dem Schädel mehr benachbarten Lage der vorderen Extremität derselben, in welcher Hinsicht namentlich zwischen Holocephalen und Ganoiden speciellere Vergleichungspunkte bestehen. Wie weit hierbei sekundäre Vereinfachungen und rostralwärts gehende Verschiebungen der Extremität vorliegen, ist hier nur anzudeuten (vergl. auch p. 391 Anm.). Später wird auf diese Frage noch weiter einzugehen sein.

Ein Blick auf die obige Tabelle zeigt, dass *Amia*, die hinsichtlich des centralen Verhaltens ihrer occipitalen und occipito-spinalen Nerven sich an *Lepidosteus* anschloss (p. 455), bezüglich der Plexusbildung eigene, von *Lepidosteus* und den anderen Ganoiden abweichende Wege geht, während *Polypterus* und *Lepidosteus* in dieser Hinsicht einander näher zu stehen scheinen; doch ist bei beiden die Grösse der Antheile von *a* für den Plexus cervicalis und den Pl. brachialis eine sehr differente.

Der Plexus cervicalis wird in der Regel durch 1—2 Aeste repräsentirt, welche sich nach der Kreuzung mit dem N. vagus[1]) von dem gemeinsamen Pl. cervicobrachialis abzweigen und in nach vorn und unten (rostro-ventralwärts) gehender Richtung zu der hypobranchialen spinalen Muskulatur begeben. Dabei verbinden sie sich, wenn doppelt abgehend, meist in kurzer Strecke zu einem Stamme; bei *Amia* wurden etwas komplicirtere Verhältnisse beobachtet, die am besten aus der Abbildung erkannt werden können (Taf. VIII Fig. 4). Die zu der genannten Muskulatur gehenden Zweige zeigen im Detail ein sehr wechselndes Verhalten, auf das aber hier nicht eingegangen werden soll.

Irgend welche epibranchialen spinalen Muskeln existiren ebenso wenig wie epibranchiale Nerven. Die von dem Schädel resp. dem kranio-vertebralen Komplexe zu den dorsalen Abschnitten der Kiemenbogen gehenden resp. Letztere unter einander verbindenden Muskeln werden, wie sehr sie auch in Ursprung, Insertion und Verlauf an die epibranchiale Muskulatur der Haie erinnern, durchweg von den Nn. glossopharyngeus und vagus versorgt, sind also Mm. arcuales dorsales.

Die hypobranchiale spinale Muskulatur, über die hier einige kurze Mittheilungen gemacht werden sollen, zeigt bei den Ganoiden eigenthümliche Bildungsgänge und mannigfache Variirungen, die indessen allenthalben eine Vergleichung mit den entsprechenden Muskelbildungen der Selachier gestatten; meist finden sich

1) Die zum Theil mit diesen Nerven bestehenden Zusammenhänge sind nur durch ganz lockeres Bindegewebe vermittelt. In der Hauptsache gehen Plexus und Vagus an einander vorüber, ohne dass man — im Gegensatze zu manchen Selachiern (p. 394, 395) — von irgend welchem intimeren Verbande sprechen könnte.

auch Rückbildungen dieser oder jener Portion, die insbesondere bei *Polyodon* und *Lepidosteus* zu weitgehenden Verkümmerungen geführt haben.

Die hypobranchiale Muskelmasse repräsentirt wie bei den Haien einen durch Verwachsung der beiden Hälften unpaar gewordenen, medianen Muskelkegel oder Hauptstock[1]), der mit seiner Basis hinten beginnend und unter zunehmender Verjüngung nach vorn geht, wobei er sich früher oder später in die rechte und linke Hälfte theilt, somit zweispitzig endet. Er entspringt von dem vorderen Bereiche des Korakoides, ausserdem aber noch mehr oder minder ausgedehnt von der mächtigen Deckknochenmasse des Korakoides (Clavicula und Cleithrum)[2]), bei *Polyodon* auch von dem vor der Clavicula liegenden Jugulare[3]), bei *Acipenser* steht seine tiefere Partie direkt resp. durch Vermittelung einer Inscriptio mit der hinteren (postzonalen) ventralen Rumpfmuskulatur in Zusammenhang. Nach der Seite und nach vorn setzt sich diese Muskelmasse in ihre Insertionszipfel fort, welche in wechselnder Weise an den Kiemenbogen (Coraco-branchiales) und dem Zungenbein (Coraco-hyoideus) enden; die an dem resp. den hintersten Kiemenbogen sich anheftenden Theile haben sich meist, in der Hauptsache ähnlich wie bei den Haien, im Detail aber davon abweichend, von der Hauptmasse gesondert und beginnen lateral oder dorso-lateral ziemlich selbstständig neben ihr[4]); ferner hat auch der zum Kieferbogen gehende Theil (Coraco-mandibularis)[5]) bei *Acipenser*, *Scaphirhynchus* (cf. Brutzer) und *Amia* eine eigenthümliche Entwickelungsrichtung eingeschlagen, die ihn fast gänzlich von der übrigen Muskelmasse separirt.

Bei *Acipenser*, *Scaphirhynchus* und *Amia* bildet der Hauptstock eine sehr ansehnliche Muskelmasse, bei *Polypterus* ist er schwächer, aber immer noch gut entwickelt, bei *Lepidosteus* von mässiger Breite und Dicke, aber in grosser Ausdehnung sehnig degenerirt, bei *Polyodon* endlich sehr schlank und dünn. Wie bei den Selachiern setzt er sich aus Myomeren zusammen; doch begegnet die Zählung und Abgrenzung derselben, namentlich da, wo die sie trennenden Septen unvollkommen sind, oder wo sie sehr schräg stehen und wo das Sehnengewebe in den Vordergrund tritt, erheblichen Schwierigkeiten. Die Gesammtzahl der Myomeren (incl. das vorderste zum Hyoid gehende) wurde zu 4 (*Acipenser*, *Polypterus*), 5 (*Amia*), 6—7 (*Polyodon*) und 8—10 (*Lepidosteus*) bestimmt; doch bin ich bei den beiden letzterwähnten Thieren dieser Zahlen nicht ganz sicher.

---

1) Coraco-hyoïdien von Cuvier-Duméril. — Retractor ossis hyoidei et arcuum branchialium von Brutzer. — Omozonio-hyoideus von Albrecht. — Coraco-branchialis anterior von Vetter. — Hyopectoralis s. Genio-hyoideus von McMurrich.

2) Gegenbaur hat nachgewiesen, dass gerade die Ganoiden hinsichtlich dieser beiden clavikularen Deckknochen einen grossen Wechsel darbieten: bald tritt ventral die Clavicula in den Vordergrund (*Acipenser, Polyodon*), bald theilt sie sich mit dem ventralwärts ausgedehnten Cleithrum in den ventralen Bezirk (*Polypterus*), bald findet, unter gänzlicher Reduktion der Clavicula, nur das Cleithrum sich hier (*Lepidosteus, Amia, Teleostier*). Des Näheren sei auf die Abhandlung selbst (1895) verwiesen.

3) Auf dieses Jugulare sind wohl auch die beiden Flagella von *Amia* zu beziehen; das hintere Flagellum ist noch mit dem Hauptstock der hypobranchialen Muskulatur, und zwar dem mittelsten Myomer derselben verbunden.

4) Coraco-branchialis posterior von Vetter, Pharyngo-clavicularis externus und internus von McMurrich.

5) Depressor maxillae inferioris von Brutzer. — Branchio-mandibularis von Vetter und McMurrich.

Die einzelnen von dem Hauptstocke oder neben ihm ausgehenden Theile der hypobranchialen spinalen Muskulatur verhalten sich folgendermaassen:

Mm. coraco-branchiales. Bei *Acipenser* sind dieselben in zwei Komplexe getrennt. Der hintere, mehr selbstständig entspringende Komplex (Coraco-branchialis posterior Vetter's)[1]) repräsentirt einen dicken Muskel, der sich in eine breite und kurze Sehne für den 5. Kiemenbogen (Coraco-branchialis) 5 und eine schmälere und längere für den 4. Kiemenbogen (Coraco-branchialis 4) theilt. Der vordere Komplex bildet mit dem Hauptstock und dem Coraco-hyoideus eine ansehnliche, einheitliche Masse (Coraco-branchialis anterior Vetter's), von der sich die für die Copularia (Hypobranchialia) 3, 2 und 1 bestimmten Sehnenzipfel (Coraco-branchiales 3, 2 und 1) successive ablösen; die für 1 bestimmte ist 3—4 mal stärker als die zu 2 und 3 gehende. — Bei *Polyodon* existirt allein der Coraco-branchialis 5 als breiter, aber dünner Muskel, der getrennt von dem Hauptstocke von Korakoid und Clavicula beginnt und breit an die medialen 4/7 des langen ventralen Mittelstückes des 5. Kiemenbogens (Ceratobranchiale 5) sich ansetzt; die Coraco-branchiales 4—1 sind völlig rückgebildet. — *Polypterus* zeigt im Verhalten seiner Coraco-branchiales die meisten Uebereinstimmungen mit den Haien; doch ist zu Folge der völligen Reduktion des 5. Kiemenbogens der Coraco-branchialis 5 ausgefallen, dafür aber hat sich der Coraco-branchialis 4 ihm ganz ähnlich ausgebildet[2]). Derselbe stellt einen breiten, aber ziemlich dünnen Muskel dar, der breit an die medialen 3/5 des ventralen Stückes des 4. Kiemenbogens inserirt. Die Coraco-branchiales 3, 2 und 1, sind vorhanden, aber, eine Mittelstellung zwischen den Selachiern und *Acipenser* einnehmend, ziemlich innig mit dem Hauptstock und dem Coraco-hyoideus verbunden; Coraco-branchialis 3 repräsentirt einen schwachen Sehnenzipfel mit ganz kurzer muskulöser Basis, Coraco-branchialis 2 ist etwas dicker und kräftiger, Coraco-branchialis 1 dem *Cbr.* 3 ähnlich; alle drei sind viel unbedeutender als der Coraco-branchialis 4. — *Lepidosteus* hat keine Coraco-branchiales mehr. — Bei *Amia* ist der Coraco-branchialis 5 wieder ein ganz selbstständiger, flächenhafter Muskel, der breit neben dem Hauptstock von dem Cleithrum entspringt und im weiteren Verlaufe sich in zwei Theile sondert, von denen der kleinere, laterale (Pharyngo-clavicularis externus Mc Murrich's) an dem medialen 1/3 des ventralen Stückes des 5. Kiemenbogens (Hypobranchiale + Ceratobranchiale), der grössere mediale (Pharyngo-clavicularis internus Mc. Murrich's) an der Copula 5 inserirt. Von dem Hauptstocke löst sich der Coraco-branchialis 2 als mittelschwache zu dem Copulare (Hypobranchiale) 2 gehende Sehne ab. Die Coraco-branchiales 4, 3 und 1 sind vollkommen zurückgebildet. —

1) Retractor apparatus branchialis von Brutzer. — Albrecht bezeichnet den letzten Coraco-branchialis als Interbranchialis internus VI s. Omozonio-branchialis und stellt ihn in dieselbe Reihe mit den Interbranchiales interni V—I (auf Fig. 3 sämmtlich durch rothe Farbe hervorgehoben). Damit werden zwei total heterogene Muskelabtheilungen konfundirt, indem der Interbranchialis int. VI Albrecht's ein ächter spinaler Coraco-branchialis ist, die Interbranchiales int. V—I dagegen zu dem vom Vagus und Glossopharyngeus versorgten Constrictor superficialis ventralis gehören.

2) Der M. coraco-branchialis IV von *Polypterus* setzt damit die imitatorisch homodyname Umbildung der Mm. coraco-branchiales 6 und 5 fort, welche bei *Hexanchus* und den pentanchen Haien im Vergleich zu dem M. coraco-branchialis 7 von *Heptanchus* stattfand (vergl. p. 435, 436).

Will man den auch von dem clavicularen Apparate des Schultergürtels (Clavicula und Cleithrum) beginnenden Ursprung in dem Namen dieser variabeln Muskelgruppe zum Ausdruck bringen, so wäre dieselbe als Mm. coraco-cleido-branchiales zu bezeichnen.

M. coraco-hyoideus (s. M. coraco-cleido-hyoideus). Er bildet die gerade Fortsetzung des Hauptstockes und dessen spitzeren Endtheil und repräsentirt den beständigsten Abschnitt der hypobranchialen spinalen Muskulatur, der bei keinem Ganoiden fehlt. Bei *Acipenser*, *Polypterus* und *Amia* ist er im weiteren Verlaufe nach vorn stets von dem der Gegenseite getrennt und bildet mit ihm einen schmäleren oder breiteren Spalt, welchen der Coraco-mandibularis einnimmt; bei *Polyodon* und *Lepidosteus* bleiben der rechte und linke Muskel verbunden und gehen in eine anfangs unpaare Sehne über, die sich erst in der Nähe der Insertion spaltet. Die Insertion geschieht in der Regel an dem Copulare des Hyoids (Hypohyale), kann aber auch medial auf die Copula (Basihyale) und lateral auf das ventrale Hauptstück derselben (Ceratohyale) übergreifen. Bei *Acipenser* endet der paarige Muskel als kräftiger Sehnenzipfel, der aber nicht so stark ist, wie der den Coraco-branchialis 1 repräsentirende. Bei *Polypterus* inserirt er als ansehnlichster Theil der hypobranchialen Muskelmasse fleischig-sehnig. Bei *Amia* ist die Insertion rein sehnig, aber zugleich schlanker als die bei *Acipenser*, an die sie übrigens erinnert. Bei *Polypterus* geht der schlanke unpaare Muskel in eine noch schlankere Sehne über, die sich schliesslich gabelig in zwei feine, ziemlich lange Endzipfel spaltet, die an dem rechten und linken Copulare des Hyoids sich anheften. Bei *Lepidosteus* trennt sich die gemeinschaftliche breite Endsehne in zwei kurze und kräftige, paarige Zipfel, welche an dem rechten und linken Hyoid-Copulare (Hypohyale) enden, und einen längeren und schmäleren unpaaren Zipfel, der sich ausgedehnt mit der Ventralfläche der Copula des Hyoids (Basihyale) verbindet. — *Polypterus* weist auch hier die meisten Beziehungen zu den Haien auf; *Lepidosteus* steht ihnen am entferntesten.

M. coraco-mandibularis. Bei *Polypterus* bildet das Homologon des Coracomandibularis der Haie einen schlanken, aber ganz ansehnlichen, dem der Gegenseite dicht anliegenden Muskel, der mit dem Hauptstocke von der Mitte des Schultergürtels, und zwar in der Hauptsache vom Cleithrum entspringt, wobei sein Ursprung ganz in der Tiefe liegt und ventral von demjenigen der übrigen Theile der ganzen Masse gedeckt wird. Er verläuft als ein ziemlich selbständiger, der Inscriptiones entbehrender Muskel nach vorn und tritt etwa in der Mitte der coraco-mandibularen Strecke zwischen den hier nach rechts und links aus einander weichenden Coraco-hyoidei zu Tage, um sich von da aus unter mässiger Divergenz seiner Fasern nach dem Unterkiefer zu begeben, an dessen medialem Bereiche er direkt neben dem der Gegenseite sich anheftet. *Polypterus* zeigt auch hinsichtlich des Coraco-mandibularis, der, wenn man den clavicularen resp. cleithralen Ursprung besonders ausdrücken will, auch Cleido-mandibularis genannt werden mag, die nächsten Beziehungen zu den Selachiern, unterscheidet sich aber von ihnen durch die tiefe Lage des Ursprungstheiles. In dieser Hinsicht treten die Holocephalen vermittelnd auf, indem schon bei diesen in Folge

besonderer Verbindungen mit dem Hauptstocke sich der Ursprung des Coraco-mandibularis mehr in die Tiefe verlegt (p. 431 f.). Schon VETTER hat bei Besprechung von *Acipenser* an die Verhältnisse bei den Holocephalen erinnert (1878, p. 487, 488); die immerhin zwischen diesen beiden bestehende weite Kluft wird durch *Polypterus* einigermaassen ausgefüllt. — *Acipenser* und *Amia* zeigen in der Bildung ihres Coraco-mandibularis, der aber hier nicht mehr diesen Namen verdient, sondern im Anschlusse an VETTER und MC MURRICH als Branchio-mandibularis bezeichnet werden kann, viel Uebereinstimmung. Der sehr schwache Muskel beginnt, gedeckt von dem Coraco-hyoideus und Coraco-branchialis 1, jederseits (rechts und links) bei *Acipenser* mit zwei, die Insertionsfasern des Coraco-branchialis 3 zwischen sich fassenden muskulösen Ursprungszipfeln von dem Hypobranchiale 3, bei *Amia* dagegen von der Endsehne des Coraco-branchialis 2, verbindet sich hierauf mit der Gegenseite zu einem unpaaren bandförmigen Muskel, der zwischen den beiden Coraco-hyoidei an die Oberfläche steigt und sich nach der Mandibula begiebt, wo er, schliesslich wieder in den rechten und linken Muskel getrennt, paarig neben der mittleren Symphyse endet. Dieses Gebilde ist ableitbar von einem Muskel ähnlich demjenigen von *Polypterus* unter der Annahme, dass derselbe seinen Ursprung vom Schultergürtel aufgab und an mehr vorn (rostral) gelegenen Theilen des Visceralapparates neuen Ursprung gewann; bei *Acipenser* geschah das im Bereiche des 3., bei *Amia* noch weiter vorn im Gebiete des 2. Kiemenbogens. — *Lepidosteus* und *Polyodon* fehlt ein dem Coraco-mandibularis entsprechendes Gebilde. Ob eventuell der mittlere, an der Copula hyoidea weit nach vorn sich erstreckende Endzipfel des Coraco-hyoideus von *Lepidosteus* auf einen ursprünglichen, gänzlich sehnig gewordenen und seine Endinsertion an der Mandibula verloren habenden Coraco-mandibularis zurückzuführen sei oder nicht, entzieht sich z. Z. jeder Bestimmung. Die gabelige Endsehne des Coraco-hyoideus von *Polyodon* zeigt noch den medianen Spalt, durch welchen ein Coraco-mandibularis wie bei *Acipenser* verlaufen könnte; derselbe ist aber völlig verschwunden und auch mikroskopisch nicht mehr nachweisbar.

B. Teleostier.

Taf. VII Figg. 6—7, Taf. VIII Figg. 5—7.

Bei den Teleostiern findet sich die unter den Ganoiden zu *Amia* leitende Entwickelungsreihe einseitig weiter fortgeführt. Der schon bei *Amia* sehr reducirte letzte occipitale Nerv ist, soweit Untersuchungen vorliegen, bei allen erwachsenen Teleostiern völlig rückgebildet, so dass die ersten auf den Vagus folgenden Nerven occipito-spinaler Natur sind; ihnen schliessen sich die zwischen den freien Wirbeln und durch sie austretenden Spinalnerven an. Der hierbei zu beobachtende Wechsel ist gross, soll aber hier nicht im Detail dargestellt werden, da die bei aller Variirung doch

einseitigen und in der von *Amia* abgesteckten Grenze ablaufenden Wege, welche die Teleostier hierbei einschlagen, für die Bereicherung unserer allgemeinen Erkenntniss bezüglich der spino-occipitalen Nerven nur von geringer Bedeutung sind.

Ich hebe darum aus der ziemlich reichen Litteratur auch nur das Wesentlichste hervor. Mit Stannius' Arbeiten (1842 p. 357. 358, 1849 p. 121. 122, 1853 p. 142) beginnt die genauere Kenntniss der occipito-spinalen Nerven; dieselbe berücksichtigt auch zugleich die frühere Litteratur (E. M. Weber 1820, 1827; Cuvier et Valenciennes 1828; Büchner 1835; Cuvier-Duméril 1836 p. 489 u. A.). Hiernach treten durch das Occipitale bald zwei komplete, vordere und hintere Wurzeln besitzende Nerven (*Trigla*, *Lophius*, *Rhombus*, *Pleuronectes*, *Diodon*), bald zwei Nerven, deren vorderer aber nur noch eine ventrale Wurzel hat (*Gadus callarias*, *G. aeglefinus*), bald ein kompleter Nerv und eine darauf folgende dorsale Wurzel (*Lucioperca*, *Caranx*, *Raniceps*), bald nur ein kompleter Nerv (Cyprinoiden, *Silurus*, *Anguilla*), bald lediglich eine ventrale Wurzel (*Salmo*, *Cottus*, *Belone*). Bei anderen Arten (z. B. *Esox*, *Lota*) tritt der erste Nerv nicht durch das Occipitale, sondern zwischen demselben und dem ersten Wirbel oder zwischen den beiden ersten Wirbeln aus, ist somit ein rein spinaler Nerv. Eine Vergleichung dieser Nerven unter einander wird nicht gegeben, ist auch auf Grund der Angaben von Stannius allein nicht möglich. Der bereits von Weber und Büchner gefundenen Anastomose mit dem R. recurrens trigemini wird eingehend Erwähnung gethan, auch die peripherische Verbreitung behandelt, wonach (mit Ausnahme von *Cottus*, wo der occipito-spinale Nerv lediglich aus einem Aste bestehe) die betreffenden Nerven allein oder in Verbindung mit dem ersten oder den beiden ersten Spinalnerven den Plexus brachialis bilden und einen nach vorn zu dem M. sterno-hyoideus gehenden Nerven abgeben. — Owen (1866 p. 308) erwähnt in Kürze einen hinter dem Vagus von der Medulla oblongata abgesandten Nerven bei einigen Fischen, welcher sich in den Muskeln zwischen Scapula und Hyoidbogen verzweigt und mit dem ersten Spinalnerven verbindet; er bezeichnet ihn als Hypoglossus. — Gegenbaur (1871 p. 527—530) handelt im Anschlusse an Weber (1820, 1827), Desmoulins (1825) und Bischoff (1832) über die namentlich den Cyprinoiden eigenthümliche, hinter dem Vagus gelegene Kombination einer ventralen und dorsalen Wurzel, welche beide zu dem Vagussystem in näherer Beziehung stehen, und bezeichnet sie als Accessorius Weberi. — Vetter (1878 p. 525) behandelt bei *Esox*, *Carpio*, *Barbus* und *Perca* die Innervation des M. sterno-hyoideus, der allein von allen zum Visceralskelet gehenden Muskeln von dem Ramus anterior der vereinigten Nn. spinales 1 und 2 versorgt wird. — Fritsch (1878) bildet verschiedene Teleostiergehirne ab, an denen der erste auf den Vagus folgende spinale (occipito-spinale) Nerv namentlich in seinen motorischen Wurzeln die Zusammensetzung aus 2 Nervenwurzeln (*Trigla*, Fig. 20; *Lophius*, Figg. 17. 18) ziemlich deutlich erkennen lässt. — Nach Sanders (1887 p. 746. 747) bildet der occipito-spinale Nerv (nach meiner Nomenklatur) bei *Gadus* einen Komplex von zwei kompleten Spinalnerven, welche aber durch ein Loch des Occipitale austreten; nach ihrem Austritte wird im Verbande mit dem nächsten Spinalnerven (N. spinalis 3) ein Plexus gebildet, der die Muskulatur des Zungenbeins und der Brustflosse versorgt. — Mayser (1881 p. 392) bildet ab und beschreibt namentlich bei Cyprinoiden den zunächst auf den Vagus folgenden Nerven, der aus einer ventralen und dorsalen Wurzel besteht; die erstere repräsentire mindestens in ihrer vorderen Abtheilung ein Homologon des Hypoglossus. — Aehnliches geben McMurrich (1884 p. 322. 325. 326) und R. Wright (1884 p. 359) für den occipito-spinalen Nerven von *Amiurus* an, dessen ventrale und dorsale Wurzeln gemeinsam oder gesondert durch den Schädel treten. Zusammen mit den drei nächstfolgenden Spinalnerven bilden sie einen Plexus, der die Mm. trapezius, sterno-hyoideus, pharyngo-clavicularis externus und internus und die vordere Extremität versorgt. Die den M. tra-

pezius betreffende Angabe stammt von Wright und beruht wohl auf irriger Deutung; den anderen Angaben kann zugestimmt werden.

Eine höhere Erkenntniss der occipito-spinalen Nerven der Teleostier wird durch Sagemehl's Arbeiten über den Schädel der Characiniden (1884 p. 52f.) und Cyprinoiden (1885, nach seinem Tode 1891 herausgegeben, p. 526. 527 und p. 543) eingeleitet. Sagemehl vergleicht diese Nerven, die er „Occipitalnerven" nennt, und die Occipitalbogen, zwischen denen sie austreten, mit denen von *Amia* und findet Folgendes. Der Occipitalnerv der Characiniden entspricht dem zweiten Occipitalnerven von *Amia* (also *b* nach meiner Bezeichnung), während der erste und dritte von *Amia* bei den Characiniden rückgebildet sind. Der erste Occipitalbogen von *Amia* ist bei den Teleostiern in der Regel vollkommen mit dem Schädel verschmolzen, der zweite Occipitalbogen dagegen kann entweder: 1) ziemlich unverändert bleiben (*Esox*, Salmoniden, Clupeiden) oder 2) in den sogenannten Stapes sich umbilden (Ostariophysen: Siluroiden, Gymnotiden, Characiniden und Cyprinoiden) oder 3) innig mit dem Schädel resp. dem ersten Occipitalbogen verschmelzen (Cyprinodonten, Scomberesoces) oder 4) ganz reducirt werden (*Umbra*, einige Skopeliden). Auch können 5) beide Occipitalbogen sich rückbilden (*Perca*) oder 6) dazu noch die dem hinteren Occipitalbogen angehörige Spange schwinden (Gadoiden). — Danach verhalten sich die occipito-spinalen Nerven (nach meiner Nomenklatur) sehr verschieden: bei 1), 2) und 3) treten zwei occipito-spinale Nerven (*b* und *c*) gesondert durch den Schädel, soweit nicht *c* reducirt ist (Ostariophysen), bei 4) verläuft *b* durch den Schädel, aber *c* gemeinsam mit dem ersten Spinalnerven zwischen Schädel und erstem Wirbelbogen, bei 5) treten *b* und *c* ganz dicht neben einander durch das Occipitale, bei 6) endlich sind beide mit dem ersten Spinalnerven zu einem einheitlichen Nervenkomplex verbunden, der zwischen Schädel und erstem Wirbel den Rückgratskanal verlässt. — McMurrich (1885 p. 140) beschreibt die Versorgung der Mm. hyo-pectoralis und pharyngo-clavicularis der Teleostier durch den ersten Spinalnerven (occipito-spinalen Nerven) und homologisirt diesen mit dem Postoccipitalnerven oder dem ersten Spinalnerven von *Amia*, welche das gleiche Endgebiet versorgten. Dieser, der peripherischen Verbreitung ein zu grosses Gewicht zuertheilenden, Vergleichung kann aus den bereits früher (p. 445) angeführten Gründen nicht beigestimmt werden.

Als eine Vervollständigung und Erweiterung der Sagemehl'schen Ausführungen können Gegenbaur's Darstellungen der Occipitalbogen der Teleostier (1887. B. p. 22f.) betrachtet werden. Dieselben behandeln *Esox*, *Salmo*, *Fario*, *Gadus* und verschiedene andere Teleostier und sind hinsichtlich des Verhaltens der Occipitalbogen, bei denen Konkrescenzen, Rückbildungen, variable Lagerungen, sekundäre Umwachsungen der Nervenlöcher durch das Cranium in mannigfachster Weise wechseln, von hervorragendem Interesse, während die occipito-spinalen Nerven nur so weit zur Behandlung kommen, als es sich um ihre Durchtrittsstellen handelt.

Le Roux (1887 p. 93) lässt den mit ventraler und dorsaler Wurzel beginnenden ersten Spinalnerven (occipito-spinalen Nerven) zur Brustflosse und den Mm. sterno-hyoideus und pharyngeus (?) gehen. Seine Abbildungen sind unbrauchbar. — Nach Sörensen (1890) geht der durch den Ramus recurrens nervi trigemini verstärkte erste Spinalnerv (occipito-spinale Nerv *b*) von *Plecostomus* zur Brustflosse, während der zweite Spinalnerv (*c*) fehlt. — Herrick (1891 p. 217, Taf. XVII Fig. 5) beschreibt und bildet den in gleicher Weise mit ventraler und dorsaler Wurzel beginnenden ersten Spinalnerv (occipito-spinalen Nerv *b*) der *Siluridae* ab. — B. Haller (1891 p. 253. 253, Taf. XV Fig. 20) giebt bei *Orthagoriscus* eine vorzügliche Abbildung des ventralen Abganges des occipito-spinalen Nerven, den er nach Gegenbaur als „unteres Vagusbündel" bezeichnet; gleich neben dem Kern desselben entsteht ein zweites Faserbündel, welches sich dorso-lateralwärts wendet, dem Vagus sich anschliesst und von Haller dem Hypoglossus homologisirt wird. Ich deute dieses letzterwähnte Bündel als ächte motorische Vaguswurzel.

Ueber die von den occipito-spinalen und den ersten spinalen Nerven versorgte hypobranchiale spinale Muskulatur handeln Cuvier-Valenciennes (1828 p. 412), Cuvier-Duméril

(1838 p. 184, 1840 p. 262. 263), Stannius (1853 p. 115), Owen (1866 p. 207), Albrecht (1876 p. 33. 34, Fig. 4) und namentlich Vetter (1878 p. 513f.) und McMurrich (1824 p. 322. 325. 326).

Ich untersuchte *Physostomi*: *Esox lucius*, L.; *Salmo salar*, L.; *Tinca vulgaris*, Cuv., *Cyprinus carpio*, L. — *Anacanthini*: *Gadus callarias*, L. — *Acanthopteri*: *Trachinus draco*, L., *Caranx trachurus*, Castr., *Dentex vulgaris*, Cuv., *Mullus surmuletus*, L., also ein recht beschränktes Material, das aus den oben (p. 462, 463) angegebenen Gründen nicht einmal vollkommen ausgenutzt wurde.

Auf Grund meiner eigenen Beobachtungen und unter Berücksichtigung der zuverlässigeren unter den Untersuchungen der früheren Autoren, wobei zugleich Sagemehl's Ausführungen für mich die leitenden Gesichtspunkte ergaben, nehme ich an, dass bei keinem mir bekannten Teleostier im ausgewachsenen Zustande ein occipitaler Nerv erhalten ist. Aber auch die Existenz eines ersten occipito-spinalen Nerven (*a*) ist nirgends zu erweisen[1]: bei den am tiefsten stehenden Physostomen und den Familien der *Esocidae*, *Salmonidae* und *Clupeidae*, bei denen er noch am ehesten zu erwarten wäre, tritt der erste hinter dem Vagus gelegene Nerv durch die mehr oder minder deutliche Grenze zwischen dem Schädel und dem Occipitalbogen, der auf Grund der überzeugenden Ausführungen Sagemehl's dem ersten freien Occipitalbogen von *Amia* verglichen werden muss. Dieser Nerv ist also nicht *a*, sondern *b*, d. h. das Homologon des zweiten occipito-spinalen Nerven von *Amia*. Auf ihn folgt *c*, das Homologon des dritten occipito-spinalen Nerven von *Amia*. Damit schliessen, soweit bisher die Materialien vorliegen, die occipito-spinalen Nerven ab. Der nächstfolgende Nerv ist ein freier Spinalnerv.

Je nach dem Verhalten der beiden Occipitalbogen, hinsichtlich dessen ich auf Sagemehl's oben kurz rekapitulirte Darstellung (1885) verweise, zeigen *b* und *c* recht wechselnde Beziehungen zu einander und zu dem ersten freien Spinalnerven (*4*). Bei guter Ausbildung beider Bogen treten sie getrennt, bei Rückbildung des ersten Bogens vereint durch den Schädel. Schwindet der zweite Bogen, so verbinden sich *c* und *4*; schwinden beide Bogen, so findet eine direkte Anlagerung von *b*, *c* und *4* statt. Bei den Ostariophysen ist infolge der eigenthümlichen Umwandlung des ersten freien Occipitalbogens *c* rückgebildet. Bezeichnet man diesen zurückgebildeten Nerven mit *0* und drückt man den gesonderten Verlauf durch die Nerven trennende —, den gemeinsamen durch die Nerven verbindende + aus, so ergiebt sich Folgendes:

---

1) Ein bei *Mullus surmuletus* gefundenes minimales Fädchen, das nach seiner Lage an *a* erinnerte (auf Taf. VII. Fig. 7 auch mit a^v bezeichnet und zu dick angegeben), erwies sich bei mikroskopischer Untersuchung als aus Bindegewebe bestehend. Für die Angabe, dass es der zurückgebildete erste occipito-spinale Nerv sei, spricht wenig, namentlich auch nicht die hohe systematische Stellung der den *Acanthopteri* angehörenden Gattung.

b—c—4. *Esox*, *Salmonidae*[1], *Clupeidae*, *Cyprinodontidae*, *Scomberesocidae*[1]).
b—0—4. *Siluridae*, *Gymnotidae*, *Characinidae*, *Cyprinidae*.
b—c+4. *Umbra*, einige *Scopelidae*.
b+c—4. *Diodon*; *Pleuronectes*, *Rhombus*, *Raniceps*[2], *Gadus*[3]; *Trigla*[4], *Lophius*, *Trachinus*, *Caranx*, *Dentex*, *Mullus*, *Lucioperca*, *Perca*.
b+c+4. *Gadus*[3].

Daraus folgt, dass bei den Physostomen die beiden occipito-spinalen Nerven soweit nicht c verkümmert ist (Ostariophysen) immer getrennt den Schädel durchsetzen, während die Anacanthinen und die bisher genauer untersuchten Acanthopteren einen vereinigten Austritt beider zeigen. Von geringerer systematischer Bedeutung ist das Verhalten von c zu *4*, indem sowohl innerhalb der Physostomen, wie innerhalb der Anacanthinen bald ein getrennter, bald ein gemeinsamer Austritt zur Beobachtung kommt.

Wie schon betont, zeigen auch bei den Teleostiern die occipito-spinalen Nerven deutlichst den spinalen Typus. Der letzte (c) ist zumeist der stärkere Nerv und hat stets eine ventrale und dorsale Wurzel, letztere mit einem Ganglion versehen. Der erste (b) ist meist schwächer und bietet wechselnde Verhältnisse dar, indem er bald noch beide Wurzeln besitzt, wobei die dorsale in der Regel schwächer ist als die ventrale, bald aber nur noch die ventrale Wurzel aufweist. Bezüglich des Details verweise ich auf die Abbildungen und auch auf die Angaben von Stannius. Selbstverständlich handelt es sich hier allenthalben um sekundäre Rückbildungen, die zuerst an der dorsalen, danach an der ventralen Wurzel sich abspielen.

Der Abgang des ersten occipito-spinalen Nerven (b) von der Medulla, sowie der Durchtritt durch den kranio-vertebralen Komplex erfolgt immer hinter dem Vagus. Mitunter ist der Abstand von diesem, namentlich hinsichtlich des Abganges von der Medulla, nur ein geringer; mitunter ist aber auch die Entfernung, insbesondere bei dem Eintritte in die Schädelwand eine mittlere. Bestimmte Regeln hierfür aufzustellen, verbietet einstweilen noch der beschränkte Umfang des untersuchten Materials. Immer aber ist die Annäherung an den Vagus eine viel bedeutendere als bei den Knorpelganoiden und bei *Polypterus* und meist auch eine beträchtlichere als bei *Lepidosteus* und *Amia*. *Esox* und *Salmo* unter den untersuchten Teleostiern stehen in dieser Hinsicht den beiden letzterwähnten Ganoiden noch ziemlich nahe, während die anderen, namentlich aber die Acanthopteren eine mindere Entfernung des Vagus von b darbieten. Alle diese Verhältnisse bekunden deutlich die bei den

1) Die Angabe von Stannius, dass bei *Salmo* und *Belone* nur 1 ventrale Wurzel durch das Cranium trete, bedarf einer Nachuntersuchung. Wahrscheinlich handelt es sich hier um defekte Exemplare.

2) *Raniceps* gehört wahrscheinlich hierher. Die Beschreibung von Stannius ist mir nicht ganz klar.

3) Der selbst individuell zu beobachtende Wechsel bei den *Gadus*-Arten, wonach in dem einen Extrem die vereinigten occipito-spinalen Nerven in weiter Entfernung von 4 den Schädel durchsetzen, in dem anderen Falle gemeinsam mit 4 austreten, findet durch das sekundäre Auswachsen des kranio-vertebralen Komplexes seine Erklärung s. Gegenbaur 1887 B. p. 27). Ob auch andere *Anacanthinen* sich so verhalten, ist erst noch zu untersuchen.

4) Auch die Angabe von Stannius über *Cottus* bedarf der Kontrole.

Teleostiern weiter vorgeschrittene Vorwärtswanderung der occipito-spinalen Nerven und die Zusammenziehung des occipito-spinalen Schädelbereiches.

Nach dem Austritte aus dem cranio-vertebralen Komplex verlaufen die occipito-spinalen Nerven (*b* und *c*) in descendenter Richtung nach unten und hinten, wobei sie zunächst mit einander eine Ansa bilden, danach aber auch mit dem ersten freien Spinalnerven (4) sich verbinden (Taf. VIII Figg. 5—7). Auch mit dem darauf folgenden (5) resp. den darauf folgenden (5 und 6) können Zusammenhänge bestehen (s. z. B. Taf. VIII Fig. 7), werden aber in der Regel nur durch ganz peripherische Ansae im Bereiche der Brustflosse vermittelt. Ein ausgiebigerer Verband besteht, soweit ich finde, nur zwischen *b*, *c* und 4. Die Vereinigung von *b* und *c* erfolgt bei den Arten mit gesondert durch den Schädel tretenden occipito-spinalen Nerven (Physostomen, cf. Taf. VIII Fig. 5) zumeist später als bei denjenigen (Anacanthini und Acanthopteri, cf. Taf. VIII Figg. 6, 7), wo beide durch eine gemeinsame Oeffnung den Schädel verlassen; in letzterer Hinsicht boten *Mullus* (Taf. VIII Fig. 6 mit anfangs noch durch einen Ursprungszipfel des M. levator scapulae (*ls.*) geschiedenen und erst darauf (fast so spät wie bei *Esox*) sich verbindenden Nerven und *Caranx* (Taf. VIII Fig. 7) mit schon während des Durchtrittes durch den Schädel vereinigten Nerven die Extreme dar; *Gadus* stellte sich näher zu *Mullus*. Zwischen *c* und 4 schiebt sich eine auch schon von anderen Autoren beobachtete und den occipitalen Rippenbildungen bei den Ganoiden und Dipnoern homologisirte sehr kräftige Sehnenbrücke ein und gestattet erst im weiteren peripherischen Verlaufe der Nerven die Verbindung derselben.

Auch mit Zweigen des Trigeminus, Vagus und Sympathicus bilden die occipito-spinalen Nerven peripherische Anastomosen, von denen insbesondere die mit dem Trigeminus (R. recurrens trigemini) schon seit alter bis in die neueste Zeit von den Autoren eingehend berücksichtigt worden sind (vergl. Weber, Büchner, Stannius, Sörensen); Anastomosen mit dem Vagus (*R. a. vg.*) zeigt Taf. VIII Figg. 5 und 6 (*Esox* und *Mullus*), mit dem Sympathicus (*sy.*) Taf. VIII Fig. 7 (*Caranx*). Immer aber gehen die hiermit dem Plexus beigemengten Nervenfäden früher oder später wieder von dem Plexus ab und zum visceralen Endgebiete[1]).

Der von *b*, *c* und 4 (resp. 4, 5 und 6) gebildete Plexus ist ein Plexus cervico-brachialis, der zum kleineren vorderen Theil die hypobranchiale spinale Muskulatur, zum Haupttheile aber die Brustflosse versorgt; ersterer repräsentirt den Plexus cervicalis, letzterer den Plexus brachialis s. pterygialis. Ueber die speciellere Zusammensetzung des Plexus brachialis (*Pl. br.*) soll hier nicht berichtet werden[2]).

Der den Plexus cervicalis (*Pl. cv.*) repräsentirende Theil bildet bei den untersuchten Thieren stets einen einfachen Ast (Ramus cervicalis), der sich von dem

---

1) Die Anastomose mit dem Sympathicus ist keine Beimengung dieses zu dem Plexus, sondern bedeutet vielmehr den Abgang von Rr. viscerales der Plexuswurzeln nach dem Sympathicus (in Taf. VIII. Fig. 7 auch zweiwurzelig von $b + c$ sich ablösend).

2) Bezüglich des Näheren verweise ich namentlich auf Stannius (1849 p. 124. 125) und von Ihering (1878 p. 57 58); Letzterer zählt anders als ich.

durch *b* und *c* (resp. bei den Ostariophysen nur durch *b*) gebildeten Stamm abzweigt, und zwar entweder vor (proximal von) der Ansenbildung mit 4 (*Tinca*, *Gadus*) oder nach (distal von) derselben (*Esox*, *Mullus*, *Caranx*, Taf. VIII Figg. 5—7). Meist ist derselbe ansehnlich und nicht zu übersehen; er kann aber auch recht fein sein (z. B. bei *Mullus*) und verlangt dann immerhin einige Aufmerksamkeit. Bei allen untersuchten Thieren wird er entweder zum überwiegenden Haupttheile (meiste Teleostier) oder allein (Ostariophysen) von *b* gebildet; der von *c* abgegebene Antheil ist in der Regel sehr unbedeutend, kann aber auch (z. B. bei *Esox*, Taf. VIII Fig. 5) etwas ansehnlicher werden, bleibt jedoch stets hinter dem von *b* abstammenden Theile zurück. Die Zusammensetzung des Plexus (Ramus) cervicalis lautet somit *b* oder $b + c$, wobei $b \gg c$ oder $b > c$ gilt.

Wie bei den Ganoiden wendet sich der R. cervicalis nach seinem Abgange von dem gemeinsamen Plexus in rostro-ventralwärts gehender Richtung nach vorn und unten zur hypobranchialen spinalen Muskulatur und endet mit zahlreichen, in ihrem Abgange und ihrer Verzweigung selbst individuell sehr variabeln Zweigen (*Rr. cbr.* und *Rr. chy.*) in derselben; die mehr dorsal strebenden begeben sich zu den Mm. coraco-branchiales 5, die ventralen, stärkeren zu dem M. coraco-hyoideus.

Irgend welche Spuren von epibranchialen spinalen Muskeln oder für sie bestimmten Nervenfäden wurden ebenso wenig wie bei den Ganoiden gefunden.

Die hypobranchiale spinale Muskulatur[1]) zeigt gegenüber derjenigen der meisten Ganoiden und namentlich der Selachier eine ungemeine Vereinfachung; der bei *Amia* schon ziemlich vorgeschrittene Reduktionsprocess ist bei den Teleostiern noch weiter gegangen und bis zum völligen Ausfall der Mm. coraco-branchiales 1—4 und des M. coraco-mandibularis gelangt; bei *Amia* (p. 460 f.) existirten die Mm. coraco-branchiales 5 und 2, coraco-hyoideus und coraco-mandibularis. Dagegen hat die bei *Amia* schon begonnene Sonderung des M. coraco-branchialis 5 bei den Teleostiern zu der Ausbildung von zwei ganz selbständigen, gänzlich von einander getrennten Muskeln geführt[2]). Die bisher bekannten Teleostier besitzen somit nur Mm. coraco-branchiales 5 und den M. coraco-hyoideus.

Die Mm. coraco-branchiales 5 werden bei den Teleostiern stets durch zwei vollkommen gesonderte Muskeln, einen mehr lateralwärts und oberflächlich verlaufenden und einen von diesem bedeckten, mehr in longitudinaler Richtung erstreckten, vertreten; ersterer, der Pharyngo-clavicularis externus der Autoren, kann auch unter Berücksichtigung seines Ursprunges vom Cleithrum und zugleich im Ein-

---

1) Die folgende Skizze nimmt nur auf wenige Formen Bezug. Es ist nicht zweifelhaft, dass genauere und ausgedehntere Untersuchungen der mannigfachen Formen der *Teleostier* uns viel zahlreichere Variirungen und Specialisirungen zeigen werden.

2) In der blossen Existenz eines Coraco-hyoideus und Coraco-branchialis 5 bilden die *Teleostier* eine Parallele zu *Polyodon*. *Lepidosteus* mit seinem allein noch existirenden Coraco-hyoideus zeigt einen noch höheren Grad von Rückbildung.

klange mit der von den Selachiern ausgehenden Nomenklatur als Cleido-branchialis 5. externus, letzterer, der Pharyngo-clavicularis internus der Autoren, aus den gleichen Gründen als Cleido-branchialis 5. internus bezeichnet werden. Der M. cleido-branchialis 5. externus (pharyngo-clavicularis externus)[1]) beginnt ziemlich schmal und in den Ursprungstheil des M. cleido-hyoideus mehr oder minder tief eingreifend von dem ventralen Bereiche des Cleithrum, wobei sein Ursprung bei den verschiedenen Teleostiern manchen Wechsel darbietet. Von da begiebt er sich mit parallelen oder etwas divergirenden Fasern in transversal-descendentem Verlaufe, also mehr dorsal- und medial- als rostralwärts, zu dem 5. Kiemenbogen, hierbei den M. cleido-branchialis 5. internus an dessen Aussenseite kreuzend, und inserirt an dessen Ceratobranchiale (Os pharyngeum inferius) im mittleren oder medialen Bereiche desselben, aber immer mit Ausnahme des medialen vorderen Endes. Bei den Physostomen repräsentirt er meist einen ziemlich schlanken Muskel, der schwächer als der M. cleido-branchialis 5. internus ist; bei den Anacanthinen und Acanthopteren wird er stärker und kann dem genannten Muskel an Stärke gleichkommen. Der M. cleido-branchialis 5. internus (pharyngo-clavicularis internus)[2]) nimmt meist mehr dorsal resp. dorso-lateral neben dem M. cleido-hyoideus Ursprung an dem Cleithrum und geht von da in longitudinal-descendenter Richtung, also vorwiegend rostralwärts nach vorn, wobei er den M. cleido-branchialis 5. externus an dessen Innenseite kreuzt. Mit konvergirenden Fasern begiebt er sich an das Ceratobranchiale 5 (Os pharyngeum inferius) und endet an demselben mehr vorn (rostromedial) als der M. clbr. ext. Er ist meist der stärkere Muskel und kann bei gewissen Teleostiern (z. B. Cyprinoiden) auch die Tendenz zu einer noch weitergehenden Spaltung in zwei Theile darbieten. — Ueber die Innervation der beiden Pharyngo-claviculares differiren die Angaben der Autoren. Vetter bemerkt für den Ph. cl. externus von *Esox*, sowie den Ph. cl. internus von *Esox* und *Perca* eine Versorgung durch den R. pharyngeus inferior des Vagus, für den hinteren Theil des Ph. cl. internus von *Cyprinus* eine solche durch die beiden ersten Spinalnerven, giebt aber der ersteren Innervation den Vorzug und trennt daraufhin beide Muskeln gänzlich von der ventralen Längsmuskulatur ab. Mc Murrich beschreibt bei *Amiurus* eine Versorgung beider Mm. ph. cl. durch den ersten Spinalnerven, der dem occipito-spinalen Nerven *b* entspricht. Ich schliesse mich nach specieller Untersuchung an *Esox*, *Gadus* und *Caranx* Mc Murrich in der Hauptsache an und statuire ebenfalls für beide Muskeln eine Innervation durch *b* resp. *b* + *c*. Der Nachweis der sehr wechselnd abgehenden

1) Nr. 36 (p. 413) von Cuvier et Valenciennes; einer der Coraco-hyoidiens von Cuvier-Duméril; Nr. 2 (p. 115) von Stannius (1853); Branchi-retractor inferior von Owen und Albrecht; unterer Theil des Omozonio-branchialis s. Interarcualis internus VI von Albrecht (der ihn wie bei den Ganoiden mit den vom Vagus versorgten Interarcuales interni III—V konfundirt); Pharyngo-clavicularis externus von Vetter und Mc Murrich.

2) No. 37 (p. 412) von Cuvier et Valenciennes; einer der Coraco-pharyngiens von Cuvier-Duméril; No. 1 (p. 115) von Stannius (1853); Branchi-retractor superior von Owen und Albrecht; oberer Theil des Omozonio-branchialis s. Interbranchialis internus VI von Albrecht (vergl. die vorhergehende Anmerkung); Pharyngo-clavicularis internus von Vetter und Mc Murrich.

und verlaufenden Zweige ist allerdings nicht leicht zu führen und wird durch das Interkurriren von Vagusästen noch gestört; die Angaben von VETTER sind somit sehr erklärlich und entschuldbar.

Der M. coraco-hyoideus oder cleido-hyoideus[1]), wie er mit Rücksicht auf seinen Ursprung vom Cleithrum auch heissen kann, repräsentirt den Haupttheil der hypobranchialen spinalen Muskulatur. Er bildet einen schlanken, aber nicht unkräftigen, aus 2—4 Myomeren bestehenden Muskelkegel, der unpaar, d. h. mit dem der Gegenseite verwachsen, theils von dem medialen Bereiche der beiden in der Mittellinie zusammenstossenden Cleithren beginnt, theils die direkte (nur durch Inscriptio tendinea unterbrochene) Fortsetzung der postzonalen ventralen Rumpfmuskulatur bildet. In der Regel bildet der von dem Cleithrum kommende Theil die Hauptmasse, wenn nicht den ganzen Muskel; bei den Cyprinoiden dagegen kann er gegen den aus der Rumpfmuskulatur sich fortsetzenden Theil zurücktreten. Der Muskel verläuft, sich verjüngend, nach vorn und kommt bald mit dem ausserordentlich verschieden, meist aber sehr ansehnlich entwickelten unpaaren Zungenbeinstiel (Urohyale) in Berührung, an dessen beiden Seiten inserirend, und wird durch denselben in seine rechte und linke Hälfte getheilt, die schliesslich vorn an der Copula hyoidea und mit zwei mehr divergirenden kräftigen Sehnenzipfeln am Copulare des Hyoids (Hypohyale) sich ansetzen. Auch hier herrschen im Detail recht wechselnde Verhältnisse. Ueber die Innervation des Cleido-hyoideus durch occipito-spinale Nerven *b* resp. *b* + *c*) besteht keine Kontroverse.

C. Dipnoer.

Taf. VII Figg. 8—10. Taf. VIII Fig. 8.

Die Kenntniss der spino-occipitalen Nerven der Dipnoer ist erst durch neuere Untersuchungen eine befriedigende geworden; die früheren Arbeiten thun derselben nur ungenügend Erwähnung und enthalten auch mehrfache falsche Angaben.

Beschreibungen resp. Abbildungen der betreffenden Verhältnisse bei *Ceratodus* finden sich bei GÜNTHER (1871 Pl. XXXV Fig. 2), BEAUREGARD (1881) und SANDERS (1889). Ueber *Protopterus* handeln WIEDERSHEIM (1879, 1880, 1886, 1888), dem sich W. N. PARKER (1889, 1892) anschiesst, IVERSEN (1886), FULLIQUET (1886), BURCKHARDT (1892) und PINKUS (1894, 1895); namentlich den drei letzten Autoren verdanken wir eine treffliche Schilderung der bezüglichen Nerven, deren Deutung ich indessen nicht allenthalben zustimme. Ueber *Lepidosiren* macht HYRTL (1845) und im Anschluss an ihn STANNIUS (1849) einige Angaben. — Auch seien die kurzen Beschreibungen der Muskeln von *Ceratodus* durch HUMPHRY (1873 p. 253 f), von

1) No. 1 von CUVIER et VALENCIENNES; Sterno-hyoideus von CUVIER-DUMÉRIL, STANNIUS und VETTER Retractor hyoidei von OWEN; Omozonio-hyoides von ALBRECHT; Hyopectoralis von MCMURRICH.

Protopterus durch Owen (1840) und Humphry (1873 p. 279 f.) und von *Lepidosiren* durch Hyrtl (1845 p. 157) erwähnt; W. N. Parker (1888 und 1892) macht einige Angaben über Zungenmuskeln resp. an dem Hyoid endende Muskeln. Verschiedene andere bekannte Arbeiten über die Dipnoer, wie von Huxley über *Ceratodus*, Bischoff über *Lepidosiren* etc. enthalten nichts über die hier zu behandelnden Verhältnisse.

Ich habe *Ceratodus Forsteri* Krefft in 4 Exemplaren (die ich der Güte des Herrn Professor R. Semon verdanke) und *Protopterus annectens*, Owen in 2 Exemplaren untersucht; von *Lepidosiren paradoxa*, Fitz (resp. *L. articulata* Ehlers) hatte ich nur ein schlecht erhaltenes Rohskelet zur Verfügung, das über die Kanälchen der spino-occipitalen Nerven nur Wahrscheinlichkeitsangaben erlaubt.

Die Verhältnisse bei *Ceratodus* und *Protopterus* stimmen in den Hauptzügen überein und lassen nur im Detail geringere Abweichungen von einander erkennen. Die Occipitalregion der Dipnoer zeigt bezüglich der hier in Frage kommenden Verhältnisse unter allen bisher behandelten Vertebraten die meisten Anklänge an die Knorpelganoiden, geht aber zugleich durchaus ihre eigenen Wege, so dass hier mehr von einer Parallelität oder einem annähernd gleich hohen Grad der Entwickelung, aber nicht von einer intimeren Verwandtschaft gesprochen werden kann. Letztere wird auch durch das sonstige Verhalten des Schädels (vornehmlich Kiefer- und Hyoidbogen) und der spino-occipitalen Nerven ohne Weiteres ausgeschlossen. Die Knochenganoiden, *Polypterus* nicht ausgenommen, zeigen noch erheblichere Abweichungen von den Dipnoern, die den Versuch einer Begründung von näheren genetischen Beziehungen zwischen beiden Abtheilungen auf Grund der hier in Frage kommenden Bildungen aussichtslos erscheinen lassen.

Bei *Ceratodus* (Taf. VII Figg. 8, 9) und *Protopterus* (Taf. VII Fig. 10, Taf. VIII Fig. 8) finden sich 4 resp. 5, insbesondere bei *Ceratodus* individuell variirende Nerven, welche in gesonderten Kanälen durch den Schädel treten; die zwei bis drei vorderen derselben bestehen in der Regel nur aus ventralen Wurzeln (nur an der hinteren von ihnen wurde bei *Ceratodus A* beiderseits eine nur mit sehr starker Lupenvergrösserung nachweisbare dorsale Wurzel gefunden); die 2—3 hinteren derselben haben ventrale und dorsale Wurzeln. Im Vergleiche mit den Holocephalen und Knorpelganoiden fasse ich die ersteren als occipitale Nerven auf und homologisire sie mit y, z resp. x, y, z, die letzteren als occipito-spinale Nerven und vergleiche sie mit a, b, resp. a, b, c, — *Lepidosiren* hat nach dem Verhalten der Nervenlöcher zu schliessen, vielleicht 3 occipitale und 2 (mit ventralen und dorsalen Wurzeln versehene) occipito-spinale Nerven; die Nerven selbst waren an dem untersuchten Exemplare nicht vorhanden.

Es stellen sich sonach die Verhältnisse:

x^v, y^v, z^{vd}, a^{vd}, b^{vd}	*Ceratodus* (*A.r.*)
x^v, y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd}	*Protopterus* (*A.l.*), *Lepidosiren* (?)
y^v, z^{vd}, a^{vd}, b^{vd}	*Ceratodus* (*A.l*, *B.*)
y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd}	*Ceratodus* (*C.l.*), *Protopterus* (*A.r*, *B.* Taf. VII Fig. 10).
y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd} $c(3)^{vd}$	*Ceratodus* (*C.r*, *D.*, Taf. VII Figg. 8, 9).

wobei $c(3)^{vd}$ einen Uebergangsnerven bedeutet, dessen ventrale Wurzel durch den Schädel nach Art eines occipito-spinalen Nerven, dessen dorsale Wurzel zwischen Schädel und Wirbel (nach Art eines spinalen Nerven) nach aussen tritt.

Auch hier ist ein Vergleich mit den Angaben in der Litteratur nicht leicht, da jeder Autor die betreffenden Gebilde mit verschiedenen Namen bezeichnet und eine Bezugnahme auf die Verhältnisse bei den Selachiern vermissen lässt.

Die von Günther (1871 Pl. 35 Fig. 2) gegebene Abbildung des Schädelinneren von *Ceratodus* weicht hinsichtlich der in Frage kommenden Nervendurchtritte ziemlich erheblich von den von mir beobachteten Verhältnissen ab. Vermuthlich wurden einige Oeffnungen übersehen, wie auch die Grenze zwischen dem Schädel-Wirbel-Komplex und der beweglichen Wirbelsäule nicht markirt ist. Den Kanälen für die Nerven *y* und *z* entspricht die vordere Oeffnung, während für *a* nur eine ventrale Durchtrittsstelle angegeben wird; die Oeffnungen für *b* und *c* scheinen richtig wiedergegeben zu sein. — Beauregard (1881 p. 240. 241, Pl. XVI Fig. 1) beschreibt nur zwei auf den Vagusursprung folgende Wurzeln, die er als Hypoglossus bezeichnet, aber sich mit dem Plexus axillaris (= Pl. brachialis) verbinden lässt; ihnen, die ich nur mit *a* und *b* zu identificiren vermag, folgt dann sofort der erste freie Spinalnerv. Mit diesen durchaus unvollständigen und dem wahren Verhalten nicht entsprechenden Angaben, die offenbar z. Th. durch die von Wiedersheim bezüglich *Protopterus* gemachten Mittheilungen (1880) influenzirt wurden, kann ich in keiner Weise übereinstimmen. — Sanders (1889 p. 167) beschreibt zwei von der Ventralseite der Medulla hinter dem Vagus abgehende Nerven mit doppelten Wurzeln, die sich nicht mit dem Vagus verbinden, sondern in eigenen Kanälen verlaufen, aber nicht als Hypoglossus (dessen Homologon von den Nn. spinales 2 und 3 gebildet werde) aufgefasst werden könnten. Ich identificire diese Nerven mit *a* und *b*, während *y* und *z* von Sanders übersehen wurden.

Bei *Protopterus* beschreibt und bildet Wiedersheim (1880 p. 186. 187 Taf. VIII Figg. 10 und 19) zwei ventrale kräftige Wurzeln ab, von denen die vordere die hintere weit an Stärke übertrifft; beide vereinigten sich zum Hypoglossus, der sich weiterhin mit dem ersten Spinalnerven und einem Aste des Vagus (*Sr*) zu dem Plexus axillaris verbinde und die vordere Extremität bis zu ihrer freien Spitze versorge; ein vorderer, einmal bei einem kleinen Exemplar aufgefundener Zweig der Hypoglossus-Schlinge, innervire den M. cephalo-hyoideus. Ich bin geneigt, den vermeintlichen Vagusast *Sr* mit *y* und *z* oder mit *z*, die beiden Hypoglossus-Wurzeln aber mit a^v und b^v zu vergleichen, und identificire den Zweig für den M. cephalo-hyoideus mit dem Ramus (Plexus) cervicalis. Im Uebrigen aber finde ich nichts, was mit den von mir beobachteten Verhältnissen in Einklang zu bringen wäre. Später (1886 p. 345) beschreibt Wiedersheim zwei ventrale Wurzeln des Vagus, welche sich schon intrakraniell mit den sieben dorsalen Wurzeln des Vagus vereinigten; ich identificire dieselben mit *y* und *z*. Weitere und z. Th. verbesserte Angaben, im Anschlusse an die von Iversen ausgeführten Untersuchungen, enthalten die zweite und dritte Auflage des Grundrisses der vergleichenden Anatomie (1888 p. 178. 179 und p. 187, 1893 p. 290), wonach die beiden ersten mit dem Vagus sich verbindenden und zu ihm gehörenden Wurzeln (identisch mit meinen *y* und *z*) als die zwei ersten, die auf sie folgenden und durch besondere Kanäle verlaufenden zwei letzten Wurzeln (identisch mit *a* und *b*) als die zwei letzten Hypoglossus-Wurzeln aufgefasst werden; diese beiden letzten besitzen ventrale und dorsale Wurzeln und sind ursprünglich spinale Nerven, welche erst sekundär dem Kopfe einverleibt wurden. — Fulliquet (1886 p. 33. 67. 75, Pl. I B. C II 6. 7) beschreibt und bildet zwei vordere (rostrale), bloss ventrale Wurzeln besitzende Nerven (identisch mit *y* und *z*) und zwei hintere (caudale), separat durch den

Schädel tretende Nerven ab, deren erster (identisch mit *a*) bloss eine ventrale, deren zweiter (*b*) eine ventrale und dorsale Wurzel hat. Die beiden ersten rechnet er dem Vagus zu, die beiden letzten bilden nach ihm den Hypoglossus. — Die oben kurz erwähnten Befunde von Wiedersheim's Schüler Iversen (1886 p. 2, 3) beruhen in dem Nachweise einer Existenz dorsaler Wurzeln bei den beiden Komponenten des Hypoglossus (*a* und *b* nach meiner Nomenklatur), deren hinterer auch ein Ganglion besitze. Es handelt sich somit hier um spinale Nerven, die unter Verschmelzung der ersten Wirbel mit dem Cranium Kranialnerven geworden seien; wie Wiedersheim gezeigt, schliesse bei ganz jungen Exemplaren von *Protopterus* die Schädelkapsel mit der Labyrinthregion ab. Der ächten occipitalen Nerven (*y* und *z*), die Fulliquet unzweifelhaft beschrieb, thut Iversen keine Erwähnung. — W. N. Parker, ein anderer Schüler Wiedersheim's, schliesst sich in seiner ersten Abhandlung (1888 p. 88), wie es scheint, ohne besondere bezügliche Untersuchungen gemacht zu haben, seinem Lehrer in den betreffenden Verhältnissen an; in der zweiten (1892) sagt er nichts über das Nervensystem. — Burckhardt giebt in den zwei kürzeren (1872 A. p. 93 und 1892 B. p. 89) und der ausführlicheren Abhandlung über das Centralnervensystem von *Protopterus* (1892. C. p. 12 Taf. I Figg. 2. 3) ausführliche und genaue Mittheilungen und Abbildungen von den betheiligten Nerven, welche in der Hauptsache mit denen von Fulliquet übereinstimmen; lediglich in der Beschreibung von drei vorderen (rostralen) Nerven, welche er als ventrale motorische Wurzeln des Vagus auffasst und welche mit den occipitalen Nerven *x*, *y*, *z* identisch sind, weicht er von diesem Autor, der nur zwei (*y*, *z*) angab, ab. Offenbar liegt hier nur eine individuelle Variirung vor. — Eine weitere Vervollständigung erhält unsere Kenntniss der einschlägigen Verhältnisse durch die vortreffliche Untersuchung von Pinkus (1895 p. 325—329, Taf. XV Figg. 3. 6. 8. 9). Auch Pinkus unterscheidet drei vordere (rostrale) ventrale Wurzeln (identisch mit *x*, *y*, *z*), welche er als ventrale Wurzelgruppe des Vagus bezeichnet, und zwei hintere (caudale) Nerven (identisch mit *a* und *b*), welche beide ventrale und dorsale, mit Ganglien versehene Wurzeln besitzen; letztere fasst er als die beiden Komponenten des Hypoglossus und zugleich als Homodyname der Spinalnerven auf. Diese fünf Nerven verlaufen in gesonderten Kanälen durch den Schädel; die drei ersten (*x*, *y*, *z*) versorgen die viscerale Muskulatur, die beiden letzten (*a*, *b*) Rumpf und vordere Extremität. — Ich stimme den Angaben von Burckhardt und Pinkus in allem Wesentlichen bei; lediglich des Letzteren Angabe betreffs der Versorgung der visceralen Muskulatur modificire ich dahin, dass es sich hier nur um die hypobranchiale spinale Muskulatur (die Mm. coraco-arcuales) handelt. In welcher Weise ich in der Deutung dieser Nerven von allen Autoren abweiche, geht aus der von mir gebrauchten Nomenklatur und meinen früheren Angaben hervor.

Ueber *Lepidosiren* existiren nur mangelhafte ältere Angaben von Hyrtl (1845 p. 47. 48), die auch Stannius (1849 p. 124) zum Theil rekapitulirt. Einerseits (p. 47) beschreibt Hyrtl als dritten Ast des Vagus einen Zweig, der in dem M. coraco-hyoideus und dem unteren geraden Stammmuskel bis zum hinteren Ende der Bauchhöhle verläuft, beide Muskeln mit Zweigen versorgend, andererseits (p. 48) erwähnt er einen haarfeinen Nervenfaden, der in besonderer Bahn den Schädel durchsetzt, um sich danach mit dem Vagus zu verbinden. In dem ersten Nerven finde ich den rein sensiblen Ramus lateralis inferior n. vagi, dem Hyrtl irrthümlich motorische Zweige zuschreibt, wieder, in dem letzteren einen der occipitalen Nerven (*y* oder *z*).

Durch das Vorhandensein von zwei und nicht selten selbst drei occipitalen Nerven (*y*, *z* resp. *x*, *y*, *z*), sowie durch die, allerdings nur an einem Exemplare beiderseitig beobachtete, Existenz einer feinen dorsalen Wurzel von *z* stellen sich die Dipnoer auf die gleiche Stufe wie die Knorpelganoiden, ja selbst noch ein wenig tiefer, indem bei diesen bisher nur in der Jugend bei *Acipenser ruthenus* (p. 453), die

Dreizahl der ventralen Wurzeln, nie aber z^d beobachtet werden konnte. Nur bei einzelnen pentanchen Haien, sowie bei den Notidaniden finden sich bezüglich der occipitalen Nerven primitivere Verhältnisse. — Die feinen occipitalen Nerven nehmen wie gewöhnlich von vorn nach hinten successive an Dicke zu und bestehen in der Regel nur aus ventralen Wurzeln. Die bei dem kleinsten Exemplare von *Ceratodus* (A) beobachtete dorsale Wurzel, welche diesem eine ungemein tiefe Stellung anweist, bestand aus wenigen degenerirten Nervenfasern, lässt aber Ganglienzellen nicht mehr erkennen. In ihrem centralen Ursprunge von der ventro-medialen Zellensäule der Medulla und in ihrem Abgange von derselben bekunden sie unzweifelhaft ihre Homodynamie mit den ventralen Wurzeln der Spinalnerven und unterscheiden sich durchaus von den ächten motorischen Vaguswurzeln. — Ihr Abgang von der Medulla liegt im Gebiete der Vagusursprünge, derart, dass x vor der Mitte, y und z in der Regel im Bereiche der hinteren (caudalen) Hälfte bis $^4/_7$ derselben liegen; unter Umständen (Befund von Pinkus) kann der Abgang von x selbst dem Abgange der ersten Vaguswurzel entsprechen.[1])

Die occipito-spinalen Nerven (a, b resp. a, b, c) sind stärker als ihre occipitalen Vorgänger, werden meist caudalwärts dicker, können aber auch die gleiche oder selbst eine nach hinten abnehmende Dicke zeigen. Das steht zu Rückbildungen im peripherischen Gebiete (vordere Extremität) in Korrelation. Allenthalben, bei *Ceratodus* (Taf. VII Figg. 8, 9) und *Protopterus* (Taf. VII Fig. 10), besitzen sie ventrale und dorsale Wurzeln, letztere mit Spinalganglien. Bei a bestehen die Spinalganglien aus nur wenigen Zellen, welche eine äussere Anschwellung in der Regel nicht erkennen lassen, aber bei mikroskopischer Untersuchung leicht und unzweifelhaft nachgewiesen werden konnten[2]); bei b sind sie recht ansehnlich. In jeder Hinsicht gleichen die occipito-spinalen Nerven den auf sie folgenden Spinalnerven; der erste von ihnen (a) dokumentirt in dem Verhalten seiner dorsalen Wurzel einen weiter fortgeschrittenen Grad der Rückbildung. Zwei Exemplare von *Ceratodus* (C rechterseits Taf. VII Fig. 9, D beiderseits Taf. VII Fig. 8) zeigten drei ventrale, aber nur zwei dorsale durch den Schädel gehende Wurzeln; die zu der ventralen Wurzel c^v gehörende dorsale ging zwischen Schädel und Wirbelsäule nach Art eines freien Spinalnerven (3^d) hindurch; der letzte occipito-spinale Nerv erwies sich also hier als Uebergangsnerv ($c(3)^{vd}$, cf. p. 472). Hier liegt gegenüber den anderen Exemplaren von *Ceratodus*, wie gegenüber *Protopterus* eine sekundäre Ausdehnung des Schädels resp. des kranio-vertebralen Komplexes vor, welche zur Aufnahme von 3^v (welches damit c^v wurde), aber noch nicht zur Einverleibung von 3^d führte. — Die Abgänge der occipito-spinalen Nerven von der Medulla finden stets hinter (caudal von) dem Vagusursprung statt.

Der intrakranielle Verlauf der occipitalen und occipito-spinalen Nerven

1) Die von Fulliquet gegebene Abbildung (Pl. I. C.). wonach y und z in der Höhe der vorderen (rostralen) Hälfte des Vagusursprunges abgehen, verlegt diese Nerven wohl etwas zu weit nach vorn.

2) Iversen vermisste sie, Pinkus bildet eine kleine Anschwellung ab.

vom Abgange von der Medulla bis zum Durchtritte durch den Schädel ist wie bei den Ganoiden ein sehr schräger, z. Th. in der schrägen Richtung selbst den Vagus übertreffender, und findet in dem bereits angegebenen Vorrücken der ventralen Ursprungssäule seine Erklärung.

Dem entsprechend liegen die Durchtrittsöffnungen an der inneren Schädelwand auch bei den ersten dieser Nerven immer caudal von dem Foramen pro vago (Taf. VII Figg. 8—10), wobei *Ceratodus* eine etwas grössere Entfernung vom Vagus und zugleich beträchtlichere Distanzen der einzelnen Nervenöffnungen (mit Ausnahme von *y* zu *z*) unter einander, *Protopterus* und noch mehr *Lepidosiren* eine etwas grössere Zusammendrängung derselben aufweisen. Die Oeffnung für *y* liegt übrigens dem Vagusloch etwas benachbarter als bei den Knorpelganoiden. *Ceratodus* zeigt zugleich eine grosse Annäherung von *y* zu *z*, welche in eine gemeinsame Grube eintreten, jedoch, wie die genauere Präparation lehrt, in gesonderten Kanälen durch die Schädelwand hindurchtreten (Taf. VII Fig. 9). Hinsichtlich des Genaueren verweise ich auf die Abbildungen.

Der Verlauf aller dieser Nerven und Wurzeln durch den Schädel findet wie bei den Selachiern und Ganoiden in separaten Kanälen statt, welche wie dort eine gewisse Konvergenz nach aussen darbieten. Austritte unter Benutzung des Vaguskanales beobachtete ich niemals.

Nach dem Ausgange aus dem Schädel bieten die occipitalen und occipitospinalen Nerven gesonderte Beziehungen dar (Taf. VIII Fig. 8). Die Ersteren bilden eine Ansa, welche einen Nerven hervorgehen lässt, der zum weitaus überwiegenden Theile die hypobranchiale spinale Muskulatur versorgt, somit einem Plexus cervicalis (*Pl. cv.*) entspricht; die Letzteren dagegen verbinden sich zu einem Plexus, der in Gemeinschaft mit den darauf folgenden Spinalnerven sich an der Versorgung der vorderen Extremität betheiligt, Plexus brachialis (*Pl. br.*).

Die Zusammensetzung beider Plexus lässt sich somit folgendermaassen ausdrücken:

Plexus cervicalis.

x, *y*, *z*	*Ceratodus*, *Protopterus*
y, *z*	*Ceratodus*, *Protopterus*

Plexus brachialis.

a, *b*, 3	*Protopterus*
a, *b*, 3, 4, 5	*Ceratodus*
a, *b*, *c*(3), 4, 5	*Ceratodus*
a, *b*, *c*(3), 4, 5, 6	*Ceratodus*

Es ist nicht zweifelhaft, dass die Beschränkung des Plexus brachialis von *Protopterus* auf drei Wurzeln[1]) mit der Rückbildung der Brustflosse dieses Thieres zusammenhängt.

1) Einmal gelangte auch ein feines Fädchen von 4 zur Brustflosse.

In der rein durchgeführten Trennung zwischen Plexus cervicalis und brachialis[1]) — nur zweimal wurde bei *Ceratodus* ein ganz feiner den Verband von ersterem zu letzterem vermittelnder Faden gefunden, der aber (zu Folge seiner grossen Feinheit und Brüchigkeit an dem untersuchten Exemplare) nicht bis zur vorderen Extremität verfolgt werden konnte und möglicher Weise auch bloss aus für die Rumpfmuskulatur bestimmten Fasern besteht — liegt ein Verhalten vor, welches bisher weder bei Selachiern und Holocephalen, noch bei Ganoiden und Teleostiern zur Beobachtung kam und zugleich die separate Stellung der Dipnoer gegenüber den Ganoiden bezeugt; auch *Polypterus* unter den Letzteren zeigt einen Plexus cervicalis, der nur zum kleineren Theile einen selbstständigen Verlauf darbietet, zum grösseren dagegen von dem gemeinsamen Plexus cervico-brachialis sich abzweigt (Taf. VIII Fig. 2). Andererseits kommt in dieser Selbstständigkeit beider Plexus bei den Dipnoern eine Entwickelungsrichtung zum Ausdruck, welche sich bei den Amphibien und in höherer Entwickelung bei den Amnioten wiederfindet.

Der den Plexus cervicalis repräsentirende Nerv bildet einen zuerst ventrocaudalwärts, dann ventro-rostralwärts absteigenden Bogen und verläuft dann im ventralen Gebiete nach vorn (rostralwärts), hier einen Stamm bildend, der sich mit zahlreichen Zweigen in der hypobranchialen spinalen Muskulatur vertheilt, lediglich deren Versorgung übernehmend. Auf diesem Wege kreuzt er den Vagus, an dessen Aussenseite vorbeiziehend, und steht mit dessen Aesten in einem wechselnden, immer leicht zu lösenden Zusammenhange.

Epibranchiale spinale Muskeln finden sich bei den Dipnoern ebenso wenig wie bei den Ganoiden und Teleostiern.

Die hypobranchiale spinale Muskulatur der Dipnoer unterscheidet sich wesentlich von derjenigen der Ganoiden und gestattet nur eine Ableitung von den entsprechenden Bildungen der Selachier. *Ceratodus* bietet hierbei die ursprünglicheren Verhältnisse dar, während *Protopterus* z. Th. ganz einseitige Differenzirungen aufweist, die sich überhaupt bei Wirbelthieren nicht wiederfinden. Doch werden dieselben unter Vergleichung mit *Ceratodus* verständlich; die kausalen Momente bilden

1) Meine an mehreren Exemplaren beider Gattungen kontrolirten Untersuchungen stimmen mit den von PINKUS bei *Protopterus* gemachten Angaben am meisten überein, weichen dagegen von denen WIEDERSHEIM's (1879 p. 3, 1880 p. 187, 188) total ab. WIEDERSHEIM findet einen gemeinsamen Plexus, wobei auch der Vagus (wahrscheinlich sind damit die occipitalen Nerven gemeint) sich an der Innervation der Bauchflosse betheilige, und erblickt in diesem Befunde das Beweismaterial, „um die GEGENBAUR'sche Hypothese über die Entstehung des Schultergürtels zur unumstösslichen Thatsache zu erheben". Die Funde WIEDERSHEIM's differiren indessen gerade in dieser Hinsicht so sehr mit den meinigen, dass man glauben möchte, es habe ihm für diese Untersuchung ein ganz anderes Thier als *Protopterus* vorgelegen. Jedenfalls kann von einer Betheiligung des Vagus am Plexus brachialis, unter welchen Einschränkungen auch, bei den Dipnoern keine Rede sein. — Später ist WIEDERSHEIM bekanntlich zu sehr anderen Anschauungen über die ontogenetische und phylogenetische Natur der vorderen Extremität gelangt, hat aber die Untersuchung der oben erwähnten bezüglichen Verhältnisse bei den Dipnoern nicht wieder aufgenommen.

hierbei die beträchtlichere Rückbildung der vorderen Extremität und die höhere specifische Ausbildung der Rumpfmuskulatur in jener Gegend.

Beide Dipnoer sind gekennzeichnet durch die mächtige und breite Entfaltung der zum Hyoid gehenden Hauptmasse (Hauptstock und M. coraco-hyoideus), durch die mehr oder minder vollkommene Emancipation des M. coraco-mandibularis von derselben und durch die sehr schwache Ausbildung der zu einem Muskel vereinigten Mm. coraco-branchiales.

M. coraco-mandibularis. Der Coraco-mandibularis von *Ceratodus*[1]) bildet einen breiten und nicht unkräftigen unpaaren Muskel, der, am meisten an denjenigen von *Scymnus* (Taf. VI Fig. 3) erinnernd, von dem Vorderrande und der Innenfläche der Mitte des Schultergürtels (Korakoid und Clavicula) entspringt, mit in der Hauptsache parallelen (nur in der Mitte des Verlaufes etwas ausgebauchten) Fasern nach vorn geht und breit sehnig-muskulös am mittleren Theile des Hinterrandes der Mandibula endet. Am Ursprunge ist er wenig mit dem von ihm gedeckten Hauptstocke verbunden, sonst gänzlich von diesem getrennt. Eine zum Sehnenspiegel ausgebreitete Inscriptio an der Innenfläche lässt daran denken, dass er ursprünglich aus 2 Myomeren bestand; doch kann die genannte Bildung auch eine sekundäre sein. Nach seinem Ursprunge kann er als Coraco-cleido-mandibularis bezeichnet werden. — Bei *Protopterus*[2]) hat sich der Muskel völlig von der übrigen Masse emancipirt und zugleich zu Folge der mächtigen Entwickelung der ventralen Rumpfmuskulatur und der vorgeschrittenen Rückbildung des Schultergürtels jeden Zusammenhang mit Letzterem verloren. Er stellt einen ganz dünnen aber ziemlich breiten, unpaaren Muskel dar, der die unmittelbare, nur durch Inscriptio von ihr getrennte Fortsetzung der oberflächlichen dünnen Schichte der ventralen Rumpfmuskulatur bildet und mit in der Hauptsache parallelen Fasern nach vorn gelangt, um schliesslich mit einer sehr dünnen, aber nicht unbeträchtlich in die Länge und Breite ausgedehnten Aponeurose an dem Hinterrande des Unterkiefers zu enden. Die Stelle, wo der Muskel sich hinten von der oberflächlichen ventralen Muskulatur ablöst, entspricht der 4. Inscriptio tendinea (von vorn gezählt), die Stelle dagegen, wo der Schultergürtel sich befindet, der ersten Inscriptio; man wird somit den Muskel ursprünglich als einen monomyomeren bezeichnen. Oberflächlich wird er wie bei *Ceratodus* von der oberflächlichen Lage des Constrictor superficialis ventralis bedeckt; derselbe ist zugleich sehr fest mit der Insertionsaponeurose des Coraco-mandibularis verwachsen. Auf Grund des hinteren Ursprungs kann man den Muskel auch Thoracico-mandibularis benennen.

Hauptstock und M. coraco-hyoideus. Bei *Ceratodus*[3]) bildet der Haupt-

1) Genio-coracoid von Humphry (1873 p. 285).

2) Genio-hyoideus von Owen (1840); tiefe Schicht des Superficial stratum of ventral muscle or Genio-hyoid von Humphry (1873 p. 261). Die oberflächliche Schichte des Superficial stratum Humphry's entspricht dem — zum cerebralen Systeme gehörigen — Constrictor superficialis ventralis.

3) Coraco-hyoid von Humphry (1873 p. 285, 286).

stock, der vorn am Hyoid endet (Coraco-hyoideus), eine sehr breite und mächtige unpaare Muskelmasse, die in ihren Dimensionen und sonstigen Verhältnissen am meisten an die entsprechende Bildung von *Rhina* (Taf. VI Fig. 8) erinnert; doch besteht sie nur aus 4 durch drei Inscriptionen getrennten Myomeren, von welchen Inscriptionen lediglich die mittlere an der ventralen Oberfläche deutlich zu Tage tritt. Der Muskel entspringt dreimal breiter als der Coraco-mandibularis von dem Vorderrande und der Innenfläche des Schultergürtels (Clavicula und Korakoid) und steht zugleich in ausgedehntem Verbande mit dem Herzbeutel, der sich grösstentheils caudalwärts unter und hinter den Schultergürtel erstreckt; seine Ursprungsfasern reichen hierbei ziemlich weit an der Innenfläche des Pericards hinab und kommen hierbei den tiefen Myomeren der postzonalen Rumpfmuskulatur nahe. Mit konvergirenden Fasern geht der Muskel nach vorn und sondert sich hierbei in eine dünnere, oberflächliche, und eine viel stärkere, tiefe Lage. Die oberflächliche Lage wird rein sehnig und sondert sich in einen breiteren unpaaren und einen schmäleren rechten und linken paarigen Zipfel; ersterer endet an der Ventralfläche der Copula des Hyoids, letztere inseriren an der Ventralfläche der Verbindungsstelle des Copulare (Hypohyale) und Ceratohyale. Auch darin zeigt *Ceratodus* Aehnlichkeit mit *Rhina*. Die tiefe sehnig-muskulöse Hauptmasse heftet sich an die hintere und z. Th. auch dorsale Fläche des Hypohyale und des angrenzenden Endes des Ceratohyale. Nach seinem Ursprunge ist der Muskel als Coraco-cleido-hyoideus zu bezeichnen. — Bei *Protopterus*[1]) entsteht der noch mächtigere Muskel zum kleineren Theile vom Schultergürtel (Korakoid und Clavicula); mit dem grösseren Theile bildet er die, nur durch Inscriptio getrennte Fortsetzung der tieferen Lage der ventralen Rumpfmuskulatur, und zwar entspricht seine Abgrenzung von derselben im Niveau des Schultergürtels der zweiten oder dritten Inscriptio tendinea (von vorn gezählt); er besteht sonach aus drei Myomeren, von denen die beiden vordersten nicht vollkommen von einander getrennt sind. Mit konvergirenden Fasern geht der Muskel nach vorn und spaltet sich hier auch in eine dünne oberflächliche und eine viel dickere tiefe Lage. Die oberflächliche Lage geht in eine dünne und mässig breite Aponeurose über, die ventral am Hyoid vorbeiziehend, sich zur Schleimhaut des Mundbodens begiebt und hier endet, eine Art Vorläufer für den M. hyo-glossus bildend[2]); doch besteht

---

1) Genio-hyoideus (?) und Coraco-hyoideus von OWEN (1840); Retractor ossis hyoidei s. Sterno-hyoideus und Coraco-hyoideus von HYRTL (1845 p. 15, 16); Cervicalis profundus s. Coraco- or Ventro-hyoid von HUMPHRY 1873 p. 263).

2) Auch W. N. PARKER führt in seiner ersten Veröffentlichung über *Protopterus* (1888 p. 11) einen mächtigen im Bereiche der hinteren zwei Dritttheile der Zunge liegenden M. hyoglossus und einen am 7. Kiemenbogen entspringenden M. branchioglossus an, beide ohne sonstige Beschreibung. In der grösseren Monographie (1892 p. 131) wird die Existenz von eigentlichen Zungenmuskeln (intrinsic muscles of the tongue) in Abrede gestellt, aber als extrinsic muscles werden die mächtige Fortsetzung der ventralen Rumpfmuskulatur an das Hyoid, sowie ein kleines Muskelband vom 1. Branchialbogen zum Hyoid angeführt. Ersterer, der wohl dem Hyoglossus der ersten Veröffentlichung entspricht, ist identisch mit dem im obigen Texte beschriebenen Coraco-hyoideus, letzterer, der Branchioglossus der ersten Mittheilung, repräsentirt den Kerato-hyoideus internus meiner Beschreibung. Die von mir als Hyo-glossus oder Thoracico-glossus bezeichnete oberflächliche Partie führt PARKER nicht an.

zwischen diesem und der hier vorliegenden Bildung, die eher den Namen Thoracico-glossus verdient, keine speciellere Homologie, mehr Verschiedenheit als Uebereinstimmung. Die tiefe Hauptmasse geht, kurz vor der Insertion in die rechte und linke Hälfte sich sondernd, vorwiegend muskulös ziemlich breit an die hintere Fläche des medialen Theiles des Hyoid (Ceratohyale). Nach seinem Ursprung kann man den Muskel bei *Protopterus* Coraco-cleido-thoracico-hyoideus nennen.

Mm. coraco-branchiales[1]). Aehnlich wie bei den Rochen und Holocephalen bilden die Coraco-branchiales einen der Hauptmasse der hypobranchialen spinalen Muskulatur lateral angelagerten Muskel, der einheitlich entspringt und erst gegen die Insertion hin in seine einzelnen Zacken zerfällt. Entsprechend der Rückbildung der an Zahl nicht, wohl aber an Volumen erheblich verminderten Kiemenbogen tritt er, gegenüber den Rochen und Holocephalen, beträchtlich an Masse zurück. Von keiner Bildung bei Ganoiden kann er abgeleitet werden; die Entwickelungswege derselben und der Dipnoer sind von Anfang an divergente. Bei *Ceratodus* entspringt der dünne und ziemlich unbedeutende Muskel am Schultergürtel dicht neben dem Hauptstocke und erstreckt sich neben demselben in einiger Ausdehnung dorso-lateralwärts an der Vorderfläche des Schultergürtels hinauf; von diesem dorso-lateralen Theile beginnt die für den 5. Kiemenbogen bestimmte, von dem mehr medialen, dem Hauptstocke angelagerten die zu den 4 ersten Kiemenbogen gehende Partie. Der M. coraco-branchialis 5 bildet den breitesten Theil des Muskels und inserirt ziemlich ausgedehnt am 5. Kiemenbogen; auch dorsal von demselben erstrecken sich seine Fasern und aberriren hier, wahrscheinlich in Folge der Rückbildung des dorsalen Theiles des Kiemenbogens, am Schädel. Die Mm. coraco-branchiales 4 und 3 enden mit schlanken Zacken muskulös am 4. und 3. Kiemenbogen, im medio-ventralen Bereiche derselben, jedoch nicht an den medialen Enden, die frei bleiben. Die M. coraco-branchiales 2 und 1 gehen in kurze feine Sehnen über, die an den entsprechenden Stellen des 2. und 1. Kiemenbogens sich anheften; der medial neben der Insertion des Coraco-branchialis 1 befindliche Bereich des 1. Kiemenbogens wird von dem muskulösen Ursprunge des ziemlich kräftigen (vom N. glossopharyngeus innervirten) M. cerato-hyoideus internus[2]) eingenommen. Die 4 ersten Coraco-branchiales sind annähernd von gleicher Grösse. — Bei *Protopterus*[3]

1) Soweit mir bekannt, von keinem Autor erwähnt.

2) Entsprechende Gebilde wurden bei Teleostiern auch von Vetter (1878 p. 518) beschrieben.

3) Wie W. N. Parker (1892 p. 161, 162) und Pinkus (1895 p. 318) zähle ich bei *Protopterus* auf Grund der Innervation der Kiemenbogen durch die Nn. glossopharyngeus und vagus und der sonstigen Verhältnisse 5 Kiemenbogen. Owen (1840), Peters (1845), Mc Donnell (1858—60) und Wiedersheim (1880 p. 166, sowie 1883—1888 in den beiden ersten Auflagen des Lehrbuches und Grundrisses der vergleichenden Anatomie) hatten bekanntlich die Existenz von 6 Kiemenbogen angegeben, indem sie vor der ersten Kiemenspalte, zwischen dieser und dem Hyoid einen ersten Kiemenbogen annahmen (von Wiedersheim 1880 Taf. VII Fig. 8 abgebildet) und danach die weiteren Kiemenbogen als 2 bis 6 bezeichneten. Parker (1892 p. 161 f.), auf den ich auch hinsichtlich der Litteratur verweise, tritt für die Existenz von nur 5 Kiemenbogen ein und Wiedersheim korrigirt auch in der 3. Auflage des Grundrisses der vergl. Anatomie (1893 p. 111 Fig. 80) dementsprechend seine früheren Angaben. Endlich handelt Pinkus (1895 p. 318) darüber und giebt an, dass der früher als 1. Kiemenbogen gedeutete Knorpel seinem Bau nach den übrigen Kiemenbogen gleiche, aber bei jungen Thieren nur 1,08 mm resp. 2,36 mm lang sei; es scheine sich hierbei um eine Abspaltung vom 1. Kiemenbogen zu handeln. Ich habe denselben bei den mir vorliegenden Thieren

ist der Coraco-branchialis noch weiter zurückgebildet, so dass es einiger Sorgfalt bedarf, um ihn genau darzustellen. Er bildet hier einen sehr dünnen und unbedeutenden Muskel, dessen Insertionszacken, zu Folge der Reduktion, früher gesondert sind als bei *Ceratodus*. Der M. coraco-branchialis 5 ist breiter als die vorderen Coraco-branchiales, aber namentlich im dorso-lateralen Bereiche von ausnehmender Dünnheit; hier sind die letzten Fasern nur noch mikroskopisch nachzuweisen. Der M. coraco-branchialis 4 repräsentirt eine äusserst unbedeutende Zacke, der M. coraco-branchialis 3 ist doppelt so stark, der M. coraco-branchialis 2 ein wenig schwächer als der Cbr. 3, der M. coraco-branchialis 1 ist völlig zurückgebildet. Alle Coraco-branchiales inseriren muskulös, genau an den *Ceratodus* entsprechenden Stellen der Kiemenbogen; medio-rostral von dem Cbr. 2 beginnt der bei *Protopterus* mit 2 kurzen Sehnenzacken vom 1. und 2. Kiemenbogen entspringende schmale M. cerato-hyoideus internus.

D. Amphibien.

Taf. VII Figg. 11—14, Taf. VIII Figg. 9—12.

Die Amphibien beginnen, wie im Allgemeinen genugsam bekannt ist, eine neue Richtung, welche an die Selachier anknüpft, aber in den wesentlichen Beziehungen nichts mit den bei Ganoiden, Teleostiern und Dipnoern bestehenden Verhältnissen zu thun hat; nur in vereinzelten Zügen bestehen bei den Dipnoern Anklänge an die Amphibien (p. 476).

Die Litteratur ist eine reiche. Abgesehen von den mehr zusammenfassenden Behandlungen von Stannius (1856), Gegenbaur (verschiedene Auflagen der vergl. Anatomie), Hoffmann-Bronn (1873—78), Wiedersheim (1877 und versch. Auflagen der vergl. Anatomie), Mc Murrich (1885) u. A. handeln über die Urodelen Bendz (1843: *Salamandra*, *Triton*), Fischer (1843: *Proteus*, *Triton*, *Salamandra*; 1864: *Siren*, *Siredon*, *Proteus*, *Necturus*, *Amphiuma*, *Menopoma*, *Cryptobranchus*), van der Hoeven (siehe Schmidt, Goddard en van der Hoeven 1862: *Cryptobranchus*), Humphry (1871: *Cryptobranchus*), M. Fürbringer (1873: *Proteus*, *Siredon*, *Salamandra*), von Ihering (1878: *Necturus*, *Proteus*, *Menopoma*, *Siredon*, *Salamandra*, *Triton*), Osborn (1888: *Proteus*, *Cryptobranchus*), Strong (1890: *Spelerpes*, *Desmognathus*), Fish (1890: *Desmognathus*), Wilder (1890: *Siren*), v. Plessen und Rabinovicz (1891: *Salamandra*), Kingsley (1892: *Amphiuma*), Gage (1893: *Diemyctylus*), C. J. Herrick (1894: *Amblystoma*),

bald als minimales Rudiment gefunden, bald gänzlich vermisst, indem nur verdichtetes Bindegewebe seine Stelle einnahm. Ob es in das Gebiet des Hyoidbogens oder in das Gebiet des 1. Kiemenbogens gehört, oder ob es eine atypische Verknorpelung sui generis darstellt, wage ich bei dem bisherigen ungenügenden Material nicht zu entscheiden; als selbständigen Kiemenbogen vermag ich es aber auch nicht aufzufassen und finde somit bei *Protopterus* gerade so wie bei *Ceratodus* und *Lepidosiren* 5 Kiemenbogen.

Peter (1895: Urodelen), Davison (1895: *Amphiuma*), Sewertzoff (1895: *Siredon*), Kingsbury (1895: *Necturus*), Mc Gregor (1896: *Menopoma*); — über Anuren Bendz (1843: *Bufo*), Fischer (1843: *Pipa*, *Rana*, *Hyla*, *Bufo*, *Bombinator*, *Pelobates*), Wyman (1852: *Rana*), Schiess (1857: *Rana*), Stieda (1870: *Rana*), M. Fürbringer (1873: *Rana*, *Bufo*; 1874: *Pipa*, *Dactylethra*, *Ceratophrys*, *Tomopterna*, *Engystoma*, *Breviceps*, *Phyllomedusa*, *Kalohyla*), Götte (1875: *Bombinator*), von Ihering (1878: *Pipa*, *Dactylethra*, *Rana*, *Bombinator*, *Pelobates*, *Bufo*, *Hyla*, *Polypedates*; 1880: *Pipa*), Wiedersheim (1881: *Rana*), Strong (1890: *Rana*, *Chorophilus*, *Bufo*), Chiarugi (1891: *Bufo*), Gaupp (1893: *Rana*), Adolphi (1893: *Bufo* und andere Anuren, auch *Pipa*; 1895: *Pelobates*, *Rana*), Grönberg (1894: *Pipa*), Peter (1895: Anuren), Sewertzoff (1895: *Pelobates*); — über Gymnophionen Fischer (1843: *Siphonops*), Wiedersheim (1879: Gymnophionen).

Zur eigenen Untersuchung dienten:

Urodelen: *Proteus anguineus*, Laur., *Menopoma Alleghaniense*, v. d. Hoeven, *Cryptobranchus japonicus*, v. d. Hoeven, *Necturus maculatus*, Raf., *Siredon pisciformis*, Wagl. (*Amblystoma tigrinum*, Duméril), *Triton cristatus*, Laur. (erwachsene Thiere und Larven), *Salamandra maculosa*, Laur. (erwachs. Thiere und Larven).

Anuren. Aglossa: *Pipa americana*, Laur., (2 erwachsene Exemplare und drei Larven-Stadien), *Dactylethra capensis*, Cuv. — Opisthoglossa: *Rana temporaria*, L. (Erw. u. Larven), *R. esculenta*, L., *Bufo vulgaris*, L., *Hyla viridis*, Laur.

Einiges sei aus der Litteratur hervorgehoben.

Uebereinstimmend geben die Untersucher an, dass hinter dem Vagus kein Nerv existirt, der den Schädel durchsetzt. Der erste auf den Vagus folgende Nerv tritt jenseits des Schädels, im Bereiche der Wirbelsäule, und zwar bei den erwachsenen Urodelen durch den ersten freien Wirbel heraus; er ist somit ein N. spinalis 1, der nach Abgabe von Zweigen an die Rumpfmuskulatur, meist im Verbande mit dem zwischen erstem und zweitem Wirbel durchtretenden N. spinalis 2, das Muskelgebiet, welches der hypobranchialen spinalen Muskulatur der Fische und Dipnoer zu vergleichen ist, versorgt. Er verhält sich somit in seiner Endverbreitung wie der N. hypoglossus nebst Nn. descendentes cervicales der Amnioten und ist auch von den meisten Autoren, allein oder in Gemeinschaft mit dem N. spinalis 2, mit dem Hypoglossus homologisirt worden. Gegenbaur (1871 p. 531) neigt dieser Homologisirung nicht zu, sondern betont, dass der erste Spinalnerv der Urodelen den Hypoglossus der Amnioten ersetzt, aber ihm nicht identisch sei. Eine Ausnahme soll nach Fischer (1864 p. 158) *Necturus* bilden, wo der erste auf den Vagus folgende Nerv selbst einen Accessorius Willisii repräsentire, der Hypoglossus aber von dem zweiten und dritten Spinalnerven gebildet werde; dieser Befund wird auch von Wiedersheim (1877 p. 521) und Gaupp (1893 p. 368) übernommen, dagegen von Kingsbury (1895 p. 149) abgewiesen; nach diesem Autor verbinden sich die drei ersten Spinalnerven in der Innervirung des sonst nur von den beiden ersten versorgten Gebietes, womit ich übereinstimme. Noch schwerer verständlich ist mir die Angabe und Abbildung von van der Hoeven (1862 p. 57 Fig. XXVII), wonach bei *Cryptobranchus japonicus* die letzte Wurzel des Vagus' einen Ast des N. hypoglossus (ersten Spinalnerven) erhalte, welcher als N. recurrens Willisii zu deuten sei; zugleich wird ein längslaufender Verbindungsast zwischen Vagus und Hypoglossus abgebildet, der in beide Nerven peripherwärts einmündet. Ich fand nichts Derartiges, könnte auch der angegebenen Deutung nur zustimmen, wenn der beschriebene und abgebildete Ast von der Medulla begönne und nur nach dem

Vagus peripherwärts verliefe, so wie das z. B. Osborn (1888 Pl. IV) abbildet und wie ich es selbst bei *Cryptobranchus* und bei den grossen amerikanischen Urodelen fand. — Der Durchtritt des N. spinalis 1 durch den ersten Wirbel hat mehrere Autoren beschäftigt und die meisten von ihnen (Hoffmann 1873—78, Parker 1877, Albrecht 1883, Cope 1889, Howes 1893) dazu geführt, anzunehmen, dass hier ein aus zwei Wirbeln verschmolzener Wirbel vorliege; Peter (1895 p. 569. 570)[1]) und Sewertzoff (1895 p. 66) verdanken wir den Nachweis, dass der Nerv bei Embryonen vor dem ersten Wirbel, also zwischen Schädel und erstem Wirbel austritt und erst später von letzterem umwachsen wird. — Alle darüber handelnden Autoren berichten übereinstimmend, dass der N. spinalis 1 der erwachsenen Urodelen lediglich aus einer ventralen Wurzel bestehe, die aber unter Umständen mit mehreren Wurzelfäden die Medulla verlassen könne (mit 4—5 bei *Amblystoma*, cf. Herrick 1894 p. 194, Pl. XIX. XX). Die dazu gehörige dorsale Wurzel nebst Ganglion wurde aber bei Embryonen und jüngeren Larven von *Siredon* (Sewertzoff 1895 p. 85), *Amphiuma* (Kingsley 1892), *Diemyctylus* (Gage 1893) nachgewiesen; auch v. Plessen und Rabinovicz (1891 p. 20, Taf. I. II) bilden bei älteren Salamanderlarven ein der ventralen Wurzel anliegendes Ganglion mit rudimentärer davon abgehender Nervenfaser ab, das den Rest der früher besser entwickelten dorsalen Wurzel darstellt; so wenigstens fand ich es bei jüngeren Embryonen. — Wurde auch nirgends ein hinter dem Vagus das Occipitale durchsetzender Nerv gesehen, so finden sich doch nach Sewertzoff (1895 p. 65. 72) bei Embryonen von *Siredon* zwei (der Nerven also ermangelnde) Kopfmyotome[2]), deren vorderes abortirt, ohne Muskeln zu bilden, deren hinteres aber sich gut entwickelt und in seinem oberen und unteren Theile sich während des ganzen Lebens erhalte; der betreffende Autor giebt nicht an, wie es innervirt werde. — Mannigfache Anastomosen mit dem N. vagus wurden besonders von Fischer (1843, 1864) und Mc Gregor (1896) hervorgehoben.

Bei den bisher untersuchten Anuren geht in der Regel (mit Ausnahme von *Pipa*) der erste Nerv hinter dem Vagus zwischen dem ersten und zweiten Wirbel[3]) nach aussen und wurde dementsprechend von mir (1873 p. 286) als N. spinalis 2 gedeutet. Während eine Anzahl Autoren auch danach noch die ältere Auffassung (wonach er den ersten Spinalnerven vorstellt) festhielten, wurde meine Deutung von Hoffmann (1873—78 p. 234), von Ihering (1880 p. 295), Mc Murrich (1885 p. 147), Chiarugi (1891 p. 238), Gaupp (1873 p. 368), Adolphi (1893 p. 316 f., 1895 p. 451 f.), Peter (1895 p. 570), Sewertzoff (1875 p. 84. 85) getheilt und durch den Nachweis eines in der Ontogenese angelegten, aber später sich reducirenden N. spinalis 1 (Chiarugi 1891 p. 238 bei *Bufo*, Sewertzoff 1895 p. 83 bei *Pelobates*) des Weiteren fundirt. Diesem ersten Spinalnerven entspricht auch ein erstes spinales Myotom. Vor demselben wurden von Chiarugi und Sewertzoff auch noch zwei Kopf-Myotom-Anlagen bei Embryonen gefunden, deren erstes sehr früh, ohne Muskelelemente zur Ausbildung gebracht zu haben, schwindet, während das letzte Muskelfasern entwickelt, aber schliesslich auch schwindet (im Gegensatz zu *Siredon*, wo es zeitlebens persistirt); zu diesen Kopfmyotomen gehörige Nerven wurden nicht gesehen. Uebereinstimmend geben beide Autoren (Sewertzoff auch für *Siredon*) an, dass in dem Maasse, als das resp. die vordersten Myotome schwinden, die darauf folgenden vorwärts rücken. — Der betreffende N. spinalis 2 soll

---

1) Die betreffende Abhandlung enthält eine gute zusammenhängende und auch die Litteratur eingehend berücksichtigende Behandlung der betreffenden Frage. Betreffs der Litteratur verweise ich auf dieselbe.

2) Sewertzoff vergleicht seine Befunde an *Siredon* auch mit denen von Miss J. Platt an *Necturus* (1894) Bezüglich dieser Vergleichungen ist Sewertzoff's Abhandlung selbst einzusehen (p. 68 f.).

3) Bendz (1843 p. 22) giebt für *Bufo* (*cinereus*) einen Durchtritt des ersten Nerven zwischen Schädel und 1. Wirbel an. Nach den Untersuchungen von mir (1873), Hoffmann (1873—78) und namentlich von Adolphi (1893 p. 315 f.), der 212 Exemplare von *Bufo* (*variabilis*) auf das Genaueste untersuchte und stets den ersten vorhandenen Nerven zwischen dem 1. und 2. Wirbel durchtreten sah, kann kein Zweifel bestehen, dass diese — selbst von den Verhältnissen bei den Urodelen abweichende — Angabe von Bendz eine irrthümliche ist.

nach Angabe der meisten Autoren nur aus einer ventralen Wurzel bestehen; doch wurde die dazu gehörige dorsale Wurzel schon seit alten Zeiten bei *Rana* (Volkmann 1838 p. 88, Wyman 1852 p. 42 Taf. I Fig. 1, Schiess 1857 p. 21, Wiedersheim 1881 p. 15. 16), sowie auch bei *Chorophilus* (Strong 1890 p. 603) nachgewiesen.

Abweichend von den anderen (opisthoglossen) Anuren verhält sich die aglosse *Pipa* durch die zeitlebens bestehende Existenz eines ersten Nerven, welcher wie bei den Urodelen durch den 1. Wirbel austritt. Während Stannius (1856 p. 16) denselben unter der Annahme, dass der erste Wirbel von *Pipa* aus zwei ersten verwachsenen Wirbeln bestehe, mit dem ersten Nerven der anderen (opisthoglossen) Anuren verglich, betonte ich (1874 p. 180) die Einheitlichkeit dieses Wirbels und verglich demnach den ersten Nerven von *Pipa* dem wirklichen N. spinalis 1, wie er bei den Urodelen entwickelt ist, während der zweite Nerv von *Pipa*, der zwischen den beiden ersten Wirbeln austritt, dem ersten vorhandenen Nerven der opisthoglossen Anuren (N. spinalis 2) zu homologisiren sei. Diese Deutung wurde von von Ihering zuerst (1878 p. 75, 76) zu Gunsten der Stannius'schen Auffassung angegriffen[1]), dann aber (1880 p. 303) hinsichtlich der thatsächlichen Materialien (Untersuchung von jungen Pipalarven) bestätigt; doch gelangte von Ihering bezüglich der weiteren Homologien zu anderen Schlüssen, die in der Annahme des Ausfalles (Exkalation) des 2. Wirbels der *Opisthoglossa* bei *Pipa* gipfeln. Neuerdings haben einige Autoren wie Howes (1893 p. 70), Adolphi (1893 p. 315, 262, 363), Grönberg (1824 p. 641) und Peter (1895 p. 571) diese Frage wieder aufgenommen, die meisten (ausser Adolphi), ohne die betreffenden Angaben von mir und von Ihering zu kennen. Diese Autoren vertreten wieder die alte Annahme einer Verwachsung der beiden ersten Wirbel bei *Pipa*: Howes führt dafür Fälle von Verwachsung der beiden ersten Wirbel bei *Rana macrodon* und *R. catesbiana* ins Feld; Adolphi gelangte durch Untersuchung von Pipalarven zur Ueberzeugung, dass der fragliche Skelettheil von *Pipa* den zwei ersten Wirbeln der übrigen Anuren homolog wäre, doch sei es ihm nicht möglich gewesen, diese Untersuchung so weit abzuschliessen, dass er sie zusammen mit der 1893 vorliegenden Arbeit veröffentlichen konnte; Grönberg und Peter untersuchten Wirbel von Pipalarven, ohne allerdings damit beweisen zu können, was sie zu beweisen wünschten. — Dass bei vielen Anuren Verwachsungen der ersten Wirbel, zweier oder mehrerer existiren, ist u. A. durch Stannius, Howes, Adolphi sowie meine eigenen Untersuchungen zur Genüge bezeugt, beweist aber nichts für die vorliegende Frage. Inzwischen habe ich mich aber durch erneute Untersuchungen an jüngeren und älteren Pipalarven von der Richtigkeit meiner Auffassung aufs Neue überzeugen können. Ich halte sonach, bis nicht die genannten Autoren wirkliche Beweise für ihre Anschauungen bringen, fest, dass bei *Pipa* der erste Wirbel ein einheitlicher Wirbel und der erste spinale Nerv der N. spinalis 1 ist.

Auch bei den Anuren wurde der erste vorhandene spinale Nerv von der Mehrzahl der Autoren auf Grund seiner peripherischen Verbreitung mit dem N. hypoglossus verglichen. — Ueber Anastomosen mit dem Sympathicus handelt namentlich Schiess (1857).

Bei den Gymnophionen wurden von Fischer (1843 p. 42. 43, Taf. III Fig. 2) und Wiedersheim (1879 p. 63. 64, Fig. 80) an die Urodelen erinnernde Verhältnisse gefunden: die Nn. spinales 1 und 2, von denen der erste ziemlich intime Anastomosen mit dem Vagus und Sympathicus eingeht, verbinden sich zu einem Nerven, der danach die ventrale (der hypobranchialen spinalen vergleichbare) Muskulatur innervirt. Peter (1895 p. 570) wies nach, dass der bei erwachsenen Thieren von *Chthonerpeton* durch zwei Löcher des ersten Wirbels (also ähnlich wie bei den Urodelen) austretende N. spinalis 1 bei der Larve vor diesem Wirbel nach aussen tritt.

1) Bei dieser Gelegenheit thut von Ihering auch eines feinen zwischen Atlas und Kopf hervorkommenden und zu den benachbarten Muskeln sich begebenden Nerven, der wohl der 1. Spinalnerv sei, Erwähnung. Die Existenz eines solchen Nerven habe ich trotz zahlreicher Untersuchungen an *Pipa* nicht bestätigen können.

Ueber die peripherische Verbreitung der betreffenden Nerven und über die von ihnen versorgten Muskeln handeln mehr oder minder ausführlich viele Autoren, von denen namentlich Bendz (1843), Fischer (1843, 1864), Wyman (1852), Schiess (1857), Hoffmann (1873—78), Wiedersheim (1881) und Wilder (1890 p. 682 f.) hervorgehoben seien. Auch Schmidt, Goddard en van der Hoeven (1862 p. 29 ff.) geben eine, allerdings die Innervation nicht berücksichtigende Beschreibung dieser Muskeln bei *Cryptobranchus*, Ecker (1864) eine solche von *Rana*, Davison 1895 p. 386) von *Amphiuma* und Walter (1887) von verschiedenen Amphibien.

Ganz abweichend von dem bei Holocephalen, Ganoiden, Teleostiern und Dipnoern beschriebenen Verhalten kennzeichnet die occipitale Region des Amphibienschädels der Mangel einer sekundären Assimilation von deutlichen Wirbelbogen und Spinalnerven. Der Amphibienschädel entspricht damit dem protometameren Typus des Selachiercraniums (cf. Sagemehl, 1885 resp. 1891, p. 526) und stellt sich dem auximetameren der erwähnten Fische und der Dipnoer gegenüber[1]).

Die Frage, ob der Amphibienschädel vollkommen aller ungegliederten Wirbelelemente entbehre oder nicht, ist bekanntlich wiederholt behandelt worden, aber noch nicht zu einer einheitlichen Beantwortung gekommen. Gegenbaur (Vergleichende Anatomie, sowie 1887 A. p. 71. 72) und Sagemehl (1885 resp. 1891) schliessen alle Wirbelelemente aus. Stöhr dagegen hat in zwei, im Uebrigen höchst verdienstlichen Abhandlungen (1879 und 1881) den Anschluss eines der Wirbelsäule entstammenden Occipitalbogens an das primordiale Cranium betont und hat, auf Grund eigener Untersuchungen bei Gaupp (1893) und Sewertzoff (1895) Unterstützung gefunden; der zuletzt erwähnte Autor vergleicht den „Occipitalbogen“ der Amphibien dem ersten, direkt auf den Vagus folgenden Occipitalwirbel von *Acanthias* (vergl. insbesondere die auf p. 72 mitgetheilten Diagramme).

Welche von den beiden Richtungen Recht oder Unrecht habe, scheint mir mit den bisherigen Materialien noch nicht entscheidbar zu sein, da uns bisher die sicheren Kriterien dafür fehlen, was hier von den in der Ontogenese separat auftretenden Knorpelkernen eine wirkliche palingenetische Rekapitulation von bei den phylogenetischen Vorfahren separat bestandenen Skelettheilen repräsentire, was nur als cänogenetische gesonderte Chondrifikation innerhalb ursprünglich einheitlicher Skeletelemente (in Folge sekundärer Reduktionen, cf. Gegenbaur, 1887 p. 71, 72 oder aus anderen Ursachen) aufzufassen sei. So baut sich nach Stöhr's Untersuchungen das Primordialcranium der Urodelen in der Ontogenese jederseits aus drei getrennten Knorpeltheilen, dem Balken mit der Balkenplatte, den Occipitalbogen und den Ohrkapseln auf, die auch später mit einander verwachsen. Wer in der Ontogenie die reine und unverfälschte Rekapitulation der Phylogenie erblickt, könnte mit demselben

1) Natürlich gilt dieser Anschluss an das Selachiercranium unter Berücksichtigung der auch dort eventuell sich vollziehenden Angliederungen (cf. 362, 365).

Rechte, wie er die mit besonderen Kernen verknorpelnden Occipitalbogen als einstmals diskrete Wirbel ansieht, auch der Ohrkapsel gegenüber dem übrigen Primordialcranium die gleiche selbstständige Rolle zuertheilen. Das würde aber zu Konsequenzen führen, die er sich wohl hüten wird anzunehmen.

Bei dem, am Schädel der Selachier, Ganoiden und Teleostier zur Genüge nachgewiesenen Ausfalle occipitaler Nerven liegt es selbstverständlich nahe, auch bei den Amphibien, bei denen selbst durch die freien Wirbel hindurchtretende Spinalnerven sich rückbilden, den Ausfall occipitaler Nerven zu postuliren. Auf Grund der bisherigen ontogenetischen Untersuchungen konnte Keiner derselben realiter nachgewiesen werden; man wird sonach mit einigem Rechte annehmen dürfen, dass bei den Amphibien die Ontogenie eine so verkürzte Rekapitulation der Phylogenie ist, dass sie solche Occipitalnerven, auf deren einstmalige Existenz aus vergleichend-anatomischen Gründen mit grösster Wahrscheinlichkeit geschlossen werden darf, nicht einmal vorübergehend in jungen embryologischen Stadien zur Beobachtung bringt. Und mir will scheinen, dass man dies mit grösserem Rechte thun darf, als mit Sewertzoff annehmen, dass der bei den Amphibien sich dem Paläocranium angliedernde Occipitalbogen dem ersten Occipitalwirbel von *Acanthias*, die ersten drei freien Wirbel der Amphibien aber den drei letzten in das Cranium eingehenden Occipitalbogen des genannten Selachiers entsprechen. Sewertzoff ertheilt damit den Amphibien eine viel primitivere Stellung als den Selachiern, verfällt somit einer ähnlichen Auffassung wie Stöhr, gegen welche bereits Gegenbaur (1887 p. 72) sich wendete. Eine solche Annahme steht mit der sonstigen Konfiguration der Amphibien und mit ihrer allgemein angenommenen systematischen Stellung gegenüber den Selachiern in zu grosser Differenz. Mehr als mit primitiven Zügen hat man bei den Amphibien mit Rückbildungen zu rechnen. Der sog. Occipitalbogen der Amphibien scheint mir, seine phylogenetische Realität vorausgesetzt, viel eher das Rudiment eines Multiplums von primären Occipitalwirbeln zu repräsentiren und somit, allerdings in viel weiter vorgeschrittener Verkümmerung, der Summe der Occipitalwirbel der Selachier vergleichbar zu sein. Wie ferner aus Gegenbaur's Untersuchungen am Selachiercranium (1872 p. 31, 32) erhellt und wie auch Gaupp (1893 p. 370) mit gutem Rechte hervorhebt, bestehen zwischen der kranio-vertebralen Artikulation der Selachier und Amphibien mannigfache Uebereinstimmungen; mit diesen Autoren bin ich daher geneigt, diese Artikulation, also die Grenze zwischen Schädel und freier Wirbelsäule bei beiden Wirbelthierabtheilungen direkt zu vergleichen.

Ich homologisire somit die hintere Schädelgrenze der Amphibien mit derjenigen der Selachier. Die primäre Angliederung von Occipitalwirbeln an das Amphibienkranium scheint mir danach durchaus möglich, selbst wahrscheinlich zu sein, wenn ich auch den bisherigen ontogenetischen Untersuchungen darüber keine beweisende Kraft und namentlich kein den gewiss recht komplicirten phylogenetischen Process zur Genüge aufhellendes Moment zuerkennen kann. Diese Angliederung unterliegt bei den Amphibien denselben Kriterien wie bei den Selachiern (cf. p. 438), ist aber bei den ersteren, zu Folge ihrer höheren Stellung und ihrer mannigfachen

Reduktionen, noch weit mehr verwischt als bei den letzteren. — Eine sekundäre Angliederung von Wirbeln, wie sie bei den Holocephalen, Ganoiden, Teleostiern, Dipnoern und Amnioten thatsächlich stattfindet, ist aber bei den Amphibien, soweit untersucht, gänzlich auszuschliessen[1]).

Wenn also, was mir wahrscheinlich ist, durch den Schädel der alten paläontologischen Vorfahren der Amphibien hinter dem Vagus Nerven ausgetreten sind, so waren das nur occipitale Nerven; occipito-spinale Nerven dagegen fehlen, da sie wie bei den Selachiern noch freie Spinalnerven darstellen.

Bei der genauen Durchmusterung der mir zur Verfügung stehenden Urodelenschädel nach letzten Resten occipitaler Nerven glaube ich auch einmal bei einem jungen Exemplare von *Cryptobranchus japonicus* (Taf. VII Fig. 12) einen äusserst feinen, in einiger Entfernung hinter dem Vagus durch das Hinterende des Schädels durchtretenden Nerven gefunden zu haben, den ich dem letzten Occipitalnerven der Selachier vergleiche und mit z^v bezeichne. Derselbe verlief dorsal neben einem gleich hinter ihm durch den Schädel tretenden Blutgefässe (auf der betreffenden Abbildung mit Querstreifung versehen und mit Art. bezeichnet) und zeigt bei der mikroskopischen Untersuchung eine Zusammensetzung aus nur wenigen und, wie es scheint, grösstentheils degenerirten Nervenfasern[2]).

Die Existenz dieses Nerven gerade bei *Cryptobranchus* hat mich überrascht; viel eher hätte ich einen solchen bei den kleineren und tiefer stehenden unter den Urodelen erwartet; doch ergab mir alles Durchsuchen bei diesen mit den stärksten Vergrösserungen nur negative Resultate. Bei seiner Deutung könnte man auch an einen sympathischen Nerven denken; doch ist mir kein Fall eines gleichen Verlaufes bei niederen Vertebraten bekannt, während die Stelle, wo der Nerv bei *Cryptobranchus* durchtritt, genau derjenigen entspricht, wo man z^v zu erwarten hat.

Sollte sich sonach die Realität dieses letzten Occipitalnerven noch durch weitere Untersuchungen bei den Amphibien bestätigen, so dürfte damit der Beweis erbracht sein, dass der sogenannte Occipitalbogen der Amphibien kein einfacher Wirbel ist, namentlich aber nicht dem ersten — vor dem occipitalen Nerven x liegenden — Occipitalwirbel von *Acanthias* entspricht, sondern vielmehr ein Multiplum solcher vorstellt. Was hinter z liegt, repräsentirt den letzten Occipitalwirbel; was davor,

---

1) An frühere, aber nicht im Stöhr'schen Sinne aufgefasste, Angaben Stöhr's anknüpfend, hat bekanntlich Wiedersheim (1863 p. 60), nachdem ihm Harting (1867) darin vorausgegangen, die Meinung ausgesprochen, dass das Homologon des Atlas der Amnioten in dem Schädel der Amphibien enthalten sei und dass der erste Wirbel der letzteren, der bei einigen Urodelen eine Zahnfortsatz-ähnliche Vorragung besitzt, dem Epistropheus der höheren Wirbelthiere verglichen werden müsse. Diese Meinung wurde auch durch alle Auflagen seiner vergleichenden Anatomie bis zur neuesten (1893 p. 64) von ihm festgehalten. — Es bedarf keiner besonderen Betonung, dass diese Auffassung in keiner Hinsicht den thatsächlichen Verhältnissen entspricht, dass sie vielmehr dieselben völlig umkehrt. Wiedersheim ist durch eine durchaus bedeutungslose äussere Aehnlichkeit getäuscht worden. In Wirklichkeit sind Homologe der ersten freien Wirbel der Amphibien im Amniotenschädel enthalten. Ich verweise übrigens auf die Widerlegung und Kritik der betreffenden Anschauungen durch Sagemehl (1885 resp. 1891 p. 531) und auf die diesbezüglichen Ausführungen von Peter (1895 p. 572).

2) Eine genaue Untersuchung des Grades der Degeneration verbot die mangelhafte Konservation des betreffenden Thieres. Leider misslang auch der Versuch, den Nerven peripherwärts zu verfolgen.

zwischen ihm und dem Vagusloche, sich findet, ist den zu *y*, *x* gehörenden Occipitalwirbeln vergleichbar, aber zu Folge der völligen Reduktion dieser Nerven, der gewiss auch eine mehr oder minder weitgehende Rückbildung der sie umgrenzenden Skeletelemente entsprechen mag, nicht mehr in seine metameren Komponenten aufzulösen.

Die Tabelle für die occipitalen Nerven der Amphibien, soweit bisher bekannt, stellt sich danach sehr einfach:

z(?): *Cryptobranchus japonicus* individuell, einmal[1])
0 : Alle anderen untersuchten Amphibien.

Die zwei ersten Spinalnerven (*1*, *2*; Taf. VII Fig. 11—14) scheinen ontogenetisch, soweit darauf bezügliche Untersuchungen vorliegen, allenthalben als komplete, mit ventralen und dorsalen Wurzeln versehene Nerven angelegt zu werden. Bei dem N. spinalis 2 (*2*) persistiren, soweit meine Beobachtungen reichen, beide Wurzeln zeitlebens[2]). Der N. spinalis 1 (*1*) unterliegt verschiedenen Reduktionsgraden, die bei den Urodelen, den aglossen Anuren (*Pipa*, *Dactylethra*) zur totalen Verkümmerung der dorsalen, aber nur zur partiellen Rückbildung der ventralen Wurzel führen, bei den opisthoglossen Anuren dagegen zum völligen Schwunde des ganzen Nerven fortschreiten; bei Letzteren ist im erwachsenen Zustande der N. spinalis 2 der erste auf den Vagus folgende Nerv[3]).

Dass der den ersten Wirbel der Gymnophionen, Urodelen und aglossen Anuren durchsetzende Nerv wirklich *1* ist, dass dieser Wirbel bei allen genauer untersuchten Amphibien eine einheitliche, nicht aus der Konkrescenz eines 1. und 2. Wirbels entstandene Bildung darstellt, dürfte gesichert sein. Bei Gymnophionen und Urodelen ist durch hinreichend zuverlässige Beobachtungen bewiesen, dass dieser Nerv embryonal zuerst vor dem ersten Wirbel austritt, dann aber durch eine kranialwärts stattfindende Verbreiterung desselben von ihm umfasst und umwachsen wird, aber auch bei *Pipa* halte ich gegenüber den neueren Ausführungen von Howes (1893 p. 270, 271), Adolphi (1893 p. 315, 362, 363), Grönberg (1894 p. 641) und Peter (1895 p. 571) meine früher (1874 p. 180) ausgesprochene Anschauung fest, dass dieser Wirbel kein Konkret zweier Wirbel, sondern nur ein einziger

1) Ich möchte hier auch die Beobachtung Waldschmidt's (1887 p. 470, Taf. XXXI Fig. 32) anreihen, der bei dem gymnophionen *Siphonops annulatus* einen N. hypoglossus beschreibt und abbildet, der mit dem N. vagus anastomosire, gleich bei seinem Austritte in zwei Aestchen getheilt erscheine, eine Faser von dem Sympathicus erhalte und darauf zur Muskulatur in die Tiefe dringe. Auf ihn folge der N. spinalis 1. Da aber Waldschmidt weder bei seinem Hypoglossus noch bei dem N. spinalis 1 angiebt, auf welche Weise dieselben austreten, ist es nicht möglich zu entscheiden, ob es sich hier um *z* und 1 oder um 1 und 2 handelt; wahrscheinlicher ist das Letztere.

2) Kingsbury (1895 p. 149) leugnet bei *Necturus* die dorsale Wurzel. Das ist wohl ein individueller Befund. Ich fand sie bei dem von mir untersuchten Exemplare. — Auch wird Mangel derselben bei vielen Anuren angegeben; Strong (1890 p. 603) hebt ihre Existenz bei *Chorophilus* besonders hervor.

3) Recht interessant, ist die von Peter (1895 p. 570) gemachte Mittheilung, der bei einem erwachsenen Exemplare des gymnophionen *Chthonerpeton indistinctum* fand, dass der 1. Wirbel von zwei distinalen Kanälen für die „beiden Aeste" des 1. Spinalnerven durchsetzt werde. Handelt es sich hier um Aeste oder um Wurzeln, und wenn letzteres, um zwei ventrale Wurzelfäden oder um eine ventrale und dorsale Wurzel? Sollte die letzterwähnte Annahme thatsächlich der Fall sein, so nähmen die Gymnophionen in dieser Hinsicht die tiefste Stelle unter den Amphibien ein, indem sie zeitlebens das wahren, was bei den Urodelen und Anuren nur im embryonalen Zustande persistirt.

Wirbel ist. Von IHERING konnte bei 14 mm langen Larven mit durchweg knorpeligem Skelet nirgends eine Trennung finden. Meine eigenen Untersuchungen an drei verschiedenen Stadien, deren jüngste (*A*) eine Rumpflänge von 8 mm und eine Schwanzlänge von 11 mm hatten, deren mittlere schwanzlose (*B*) 13,5 mm und deren älteste ebenfalls schwanzlose (*C*) 14,5 mm lang waren, zeigten gleichfalls[1]) nirgends eine Spur von einer durchgehenden Trennung in dem Bereiche des ersten Wirbels. Bei den jüngsten Stadien *A* war derselbe ganz einfach gebildet, sein relativ schmaler Bogen zog sich als einfache undurchbohrte Spange dorsalwärts, ein N. spinalis 1 verlief rostral vor ihm. Bei dem zweiten Stadium *B* zeigte der etwas verbreiterte Bogen im ventralen Bereiche den schrägen Nervenkanal für den N. spinalis 1; die denselben hinten (caudal) begrenzende Spange war stärker als die vordere (rostrale), dabei ganz einheitlich, während an der schmäleren vorderen eine durch Karmin lebhaft roth gefärbte, bindegewebige Knorpelnaht sich deutlich präsentirte. Das älteste Stadium *C* endlich zeigte den knorpeligen Wirbel durchaus einheitlich, mit gleich breiter vorderer und hinterer Spange, die vordere aber ohne Naht. Die Vergleichung dieser drei Stadien gewährt die Überzeugung, dass hier (zwischen Stadium *A* und *B*) eine Umwachsung des ersten ursprünglich vor dem ersten Wirbel verlaufenden Nerven durch den 1. Wirbel stattfand, dass die so gebildete Incisur sich durch Naht schloss (Stadium *B*) und endlich vollkommen durch Knorpel ersetzt wurde (Stadium *C*). — Bei *Pipa* (Taf. VII Fig. 13, Taf. VIII Fig. 10, *1*) ist der N. spinalis 1 noch von leidlicher Dicke, bei *Dactylethra* (Taf. VIII Fig. 18, *1*) dagegen zu einem äusserst feinen Faden reducirt; letztere Gattung vermittelt damit den Übergang zu den des N. spinalis 1 entbehrenden opisthoglossen Anuren[2]).

Das Verhalten der beiden ersten Spinalnerven bei den untersuchten Amphibien stellt sich danach:

1^{vd}. 2^{vd}. Embryonen der Amphibien[3]).
1^{v}. 2^{vd}. Gymnophionen, Urodelen, aglosse Anuren (*Pipa*, *Dactylethra*).
2^{vd}. Opisthoglosse Anuren.

Nach dem Austritt aus der Wirbelsäule verlaufen die ersten Spinalnerven in einer bei den Urodelen, Coecilien und aglossen Anuren nur wenig descendenten (latero-caudalwärts gehenden), bei den opisthoglossen Anuren aber fast rein transversalen (lateralwärts gehenden) Richtung nach aussen, wobei sie Zweige an die Rumpf-

---

1) Kann ich somit diesem Theil der VON IHERING'schen Untersuchung zustimmen, so ist dieses nicht der Fall hinsichtlich der ferneren Behauptung dieses Autors (1886 p. 301), dass bei *Pipa* gegenüber *Rana* der zweite Wirbel exkalirt sei, sonach die Nn. spinales 2, 3 etc. von *Pipa* den Nn. spinales 3, 4 etc. von *Rana* homolog seien. VON IHERING hat hier offenbar dem peripherischen Verhalten des Plexus cervico-brachialis zu grosse Bedeutung beigelegt. Letzterer adaptirt sich immer dem Verhalten der von ihm versorgten Endorgane, mögen diese nun rostral- oder caudalwärts verschoben sein, wie ich ausführlich (1875 und 1879) dargelegt habe. Seine Annahmen und Begriffe der Interkalation und Exkalation sind rein theoretische, durch keinen thatsächlichen Befund erweisbare.

2) Einmal fand ich auch bei *Rana mugiens* ein feines dem 1. Wirbel entstammendes nervenähnliches Fädchen, das aber bei mikroskopischer Untersuchung nicht sicher als Nerv erkannt werden konnte. Dieser Befund ist somit mindestens zweifelhaft.

3) Eventuell wäre hier auch der erwachsene *Chthonerpeton* anzureihen.

muskulatur und das System des M. levator scapulae (serratus) abgeben und verbinden sich schliesslich nach kürzerem oder längerem Verlaufe zu einem die vordere Extremität und die vor ihr gelegene hypobranchiale Muskulatur versorgenden Plexus cervico-brachialis resp. (bei den Gymnophionen) Pl. cervicalis. Hierbei bietet die speciellere Richtung der einzelnen Plexuswurzeln, von denen die vorderen (rostralen) und mittleren die descendente und transversale, die hinteren (caudalen) selbst die ascendente Richtung bevorzugen, mannigfache Variationen, bezüglich welcher ich auf die hier beigegebenen Figuren (Taf. VIII Fig. 9—12), namentlich aber auf meine früheren Abbildungen (1873 Taf. XIV, 1874 Taf. VII) verweise. Auch die Länge der Plexuswurzeln ist eine verschiedene; wie ich schon früher hervorgehoben, hat der Plexus der Urodelen im Ganzen längere, der der Anuren kürzere Wurzeln; ersterer ist somit ein später und weiter, letzterer ein früher und enger geschlossener.

Die Zahl der Wurzeln des Plexus cervico-brachialis[1]) ist bei den Urodelen die grössere, bei den Anuren zu Folge der hier ausgebildeten sekundären Verkürzung des Körpers und der Vorwärtswanderung der vorderen Extremität die geringere:

Urodelen.

1. 2. 3. 4. 5.	Mehrzahl der Urodelen (incl. *Necturus*).
1. 2. 3. 4. 5. 6.	*Cryptobranchus japonicus* (Humphry, eigene Untersuchung)
2. 3. 4. 5.	*Necturus* indiv. (Fischer, eigene Untersuchung)[2]).

Anuren.

1. 2. 3.	*Pipa*[3]).
1. 2. 3. 4.	*Dactylethra*[4]).
2. 3.	*Pipa* indiv.[3]).
2. 3. 4.	Opisthoglosse Anuren.

Und ferner ist hinsichtlich der Betheiligung dieser Wurzeln an der Versorgung der hypobranchialen spinalen Muskulatur (Plexus cervicalis) und an der Innervation der vorderen Extremität (Plexus brachialis) das Folgende mitzutheilen:

---

1) Von dem Gebiete des Plexus brachialis schalte ich hier die Aeste für das Levator- und Serratus-System, die ich in meinen früheren Arbeiten (1873, 1874, 1875, 1879, 1888) als Nn. thoracici superiores resp. als dorsalen Nebenplexus bezeichnet habe, aus.

2) Der 1. Spinalnerv erschöpft sich in diesem Falle in der Versorgung der Rumpfmuskulatur und des M. levator scapulae, während er bei anderen Exemplaren von *Necturus* auch einen, allerdings in der Regel recht feinen anastomotischen Ast zu dem N. spinalis 2 abgiebt (Taf. VIII Fig. 9).

3) Die Zusammensetzung des Plexus von *Pipa* aus den drei ersten Nerven (meine frühere Untersuchung 1874 Taf. VII Fig. 37) ist die gewöhnlichere; individuell (Taf. VIII Fig. 10 dieser Abhandlung) kommt aber auch zur Beobachtung, dass der erste spinale Nerv sich von dem gemeinsamen Plexus emancipirt hat und nur an die Rumpf- und Bauchmuskeln, sowie an den M. levator scapulae Aeste abgiebt.

4) Der feine N. occipitalis 1 von *Dactylethra* (Taf. VIII Fig. 11) erschöpft sich in der Hauptsache in dem M. levator scapulae und giebt darum nur einen äusserst feinen Verbindungsfaden zum N. spinalis 2 ab.

Plexus cervicalis[1]).

1. 2.	Meiste Urodelen, *Pipa*, *Dactylethra*, Gymnophionen.
1. 2. 3.	*Cryptobranchus*, *Necturus*.
2.	*Pipa* indiv., opisthoglosse Anuren.
2. 3.	*Necturus* indiv.[2]).

Plexus brachialis[3]).

1. 2. 3.	*Pipa*.
2. 3.	*Pipa* indiv.
2. 3. 4.	*Dactylethra*, Mehrzahl der opisthoglossen Anuren.
3. 4.	Einzelne opisthoglosse Anuren[4]).
2. 3. 4. 5.	Urodelen (incl. *Necturus* und *Proteus*).
3. 4. 5.	*Necturus* indiv., *Proteus* indiv.[5]).
2. 3. 4. 5. 6.	*Cryptobranchus*.

Aus dieser Zusammenstellung folgt, dass meist ein Nerv, seltener (Cryptobranchus, Pipa) zwei Nerven sich gemeinschaftlich an der Bildung der beiden Plexus betheiligen; bei *Proteus* (indiv.) und einzelnen opisthoglossen Anuren, bei denen der Plexus (Ramus) cervicalis von 2, der Plexus brachialis von 3 + 4 + 5 (Proteus) resp. 3 + 4 (Anuren) gebildet wird, besteht eine vollkommene Scheidung beider Plexus, wie dieselbe als Regel bereits bei den Dipnoern zur Beobachtung kam. Aber auch den Amphibien (Mehrzahl aller untersuchten Thiere), wo der N. spinalis 2 eine Anastomose nach dem N. spinalis 3 zur Bildung des Plexus brachialis schickt, repräsentirt diese zumeist nur einen kleinen Theil des N. spinalis 2 und besteht oft nur aus wenigen Nervenfasern. Man kann also auch hier in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle von einer nahezu durchgeführten Scheidung der beiden Plexus sprechen.

Es liegt somit wie bei den Dipnoern auch bei der Mehrzahl der Amphi-

---

1) Bei *Desmognathus* giebt Fish (1895 p. 243) lediglich eine Betheiligung des ersten Spinalnerven an. Hier empfiehlt sich eine Nachuntersuchung.

2) Vergl. Anm. 2 auf p. 489.

3) Der Plexus brachialis der Urodelen endet mit dem 5. oder 6., derjenige der Anuren mit dem 3. oder 4. Spinalnerven. Es liegt auf der Hand (wie auch Adolphi 1893 das angegeben), dass diese Differenz auf einer rostralwärts gegangenen Wanderung der vorderen Extremität bei den Anuren beruht. Unter diesen wieder zeigt *Pipa* den grössten Grad der Verschiebung nach vorn.

4) Von allen von mir untersuchten Anuren fand ich eine Beschränkung auf 3 und 4 nur individuell bei *Rana*, *Engystoma* und *Tomopterna*. Nach Cuvier, Schiess, Wyman und Owen soll dieses Verhalten die Regel bei den Anuren darstellen, womit ich aber nicht übereinstimmen kann, da ich bei der überwiegenden Mehrzahl der untersuchten Thiere eine, allerdings oft äusserst feine, aber doch sicher erkennbare von 2 zu 3 gehende Anastomose auffinden konnte (vergl. auch 1874 Taf. VII Figg. 38, 39). Ungewöhnlich dick ist die Anastomose in dem von Adolphi 1893 auf Taf. XII Fig. 2 abgebildeten Falle von *Bufo variabilis*; hier verbindet sich der ganze 2. Nerv (ähnlich wie der 1. Nerv bei *Pipa*) mit dem 3. Spinalnerven.

5) *Amphiuma* mit seinem gewiss erheblich zurückgebildeten und wahrscheinlich aus recht wenigen Wurzeln bestehenden Plexus brachialis stand mir für die Untersuchung nicht zu Gebote.

bien, der Schwerpunkt in der relativ grossen oder absoluten Selbständigkeit des Plexus (Ramus) cervicalis und Plexus brachialis von einander, und damit stellen sich beide Abtheilungen den Fischen mit ihren in grösserer Ausdehnung gemeinschaftlichen Geflechten gegenüber. Nur Pipa (Taf. VIII Fig. 10) zeigt — jedoch nicht ganz unvermittelt, wie der von Adolphi abgebildete Fall von Bufo ergiebt (cf. pag. 490 Anm. 4) — ein sehr abweichendes Verhalten, indem hier aus dem einheitlichen Plexus cervico-brachialis erst ganz peripher, d. h. erst von dem N. supracoracoideus (*R. spc.*) sich trennend, der Ramus cervicalis (*R. cv.*) sich ablöst. In diesem langen Verbundensein der beiden *Plexus* kommt ein Extrem zum Ausdruck, wie es in dieser einseitigen Ausbildung bei keinem untersuchten Fische sich wiederfindet.

Dass in diesem Verhalten von *Pipa* ein als durchaus sekundär zu beurtheilender Verband des Ramus cervicalis mit dem Plexus brachialis vorliegt, bedarf keiner besonderen Begründung. Was andererseits die Selbständigkeit der Wurzeln beider Plexus bei der Mehrzahl der Amphibien und der Dipnoer anlangt, so möchte man, mit dem Blick auf die Verhältnisse bei den Selachiern, geneigt sein, anzunehmen, dass der Plexus (Ramus) cervicalis sich hier erst sekundär aus einem ursprünglichen gemeinsamen Plexus cervico-brachialis zu grösserer Selbständigkeit herausgebildet habe, wobei die Verschmächtigung der vorderen Extremität und die Rückbildung der Kiemenregion (Letzterer wenigstens bei den Amphibien) als kausale Momente in Anspruch genommen werden könnten.

Es ist hierbei indessen nicht ausser Acht zu lassen, dass die Flosse nicht nur der Rochen, sondern auch der Haie ihre breite Entwickelung und die damit Hand in Hand gehende Vermehrung der Wurzeln ihres Plexus ebenfalls erst einem weitgehenden sekundären und einseitigen Entwickelungsprocesse verdankt. Wie ich bereits oben (pag. 390, Anm. 1) ausgeführt, nehme ich als überzeugter Anhänger der Gegenbaur'schen Gliedmaassentheorie an, dass sämmtliche Extremitätenbildungen, von welcher Gestalt und Grösse auch, sich von einem ursprünglich ziemlich schmalen oder mässig breiten Archipterygium ableiten, das zuerst nur mit 1 bis 2, danach aber ganz allmählich unter Drehung seiner Achse mit einer successive zunehmenden Zahl spinaler Myomeren in Verband trat und dem entsprechend seine spinalen Plexuswurzeln vermehrte. Gerade bei den Selachiern ist diese Vermehrung zu Folge der hoch entwickelten Ruderfunktion der Selachierflosse zu einer excessiven Höhe gediehen und hat zu einer ausgebreiteten Gemeinsamkeit des Plexus cervicalis und brachialis geführt; bei der Mehrzahl der anderen Fische, namentlich aber bei den Dipnoern und den Vorfahren der Cheiropterygier (Amphibien und Amnioten) hat sie niemals einen derartigen Grad erreicht, sondern ist immer innerhalb bescheidenerer Grenzen geblieben, womit die Möglichkeit einer grösseren Selbständigkeit beider Plexus von vorn herein gegeben war. Damit sage ich aber nicht, dass alle schmäleren Formen der Extremitäten niemals früher eine grössere Breite gehabt haben; vielmehr ist den sekundären Reduktionsprocessen, die ja bei so zahlreichen Gattungen mit ausgesprochen rückgebildeten Extremitäten innerhalb aller Rückbildungsgrade

bis zum vollkommenen Schwunde sich darbieten, ein nicht geringer Spielraum zu gewähren.

Selbstverständlich darf man diese Verhältnisse — wie überhaupt Alles in der Welt — nicht nach der Schablone bemessen und beurtheilen und darf die verschiedenen Formen nicht grob einander gegenüber setzen. Vielmehr sind fast in jedem einzelnen Falle die Indicien gegeben, dass hier ein grosser Wechsel in den phylogenetischen Entwickelungsgängen der Extremitäten (Verbreiterungen, die dann wieder von Rückbildungen, Verschmälerungen gefolgt wurden, und umgekehrt) sich abgespielt hat, und dem entsprechend sind die Konsequenzen für das gegenseitige Verhalten der beiden Plexus zu ziehen. Weiter auf diese Verhältnisse einzugehen, ist hier nicht der Ort. Einiges darüber habe ich bei früheren Gelegenheiten (1879 und 1888) mitgetheilt; auch denke ich noch auf diese Fragen zurückzukommen. —

Auf dem Wege zu seinem Endgebiete bildet der Plexus (Ramus) cervicalis der Urodelen und Gymnophionen wie bei den Dipnoern einen die hintere Kiemengrenze umkreisenden Bogen, wobei er zuerst in descendenter Richtung nach unten, aussen und hinten (ventro-latero-caudalwärts), dann aber in der Richtung nach vorn und unten und schliesslich nach vorn (ventro-rostralwärts und schliesslich rostralwärts) zu den von ihm versorgten Homologen der hypobranchialen spinalen Muskulatur (Sterno-coraco-hyoideus, Genio-hyoideus, Hyo-glossus, Genio-glossus) tritt, sie mit zahlreichen, z. Th. auch caudalwärts strebenden Zweigen versorgend; früher abgegebene Seitenzweige verästeln sich zuvor in den entsprechenden Myomeren der Rumpfmuskulatur und dem System des Levator scapulae. In der Regel bildet der cervikale Nerv während dieses Verlaufes einen einfachen Stamm; bei *Necturus* (Taf. VIII. Fig. 9) vertreten ihn zwei Stämme, ein vorderer selbständiger, der aus dem ersten und zweiten Spinalnerven abstammt, und ein hinterer, vom dritten Spinalnerven kommender, der sich aus dem Plexus brachialis abzweigt. Bei der Mehrzahl der Anuren ist zu Folge der weiter vorgeschrittenen Rückbildung des Kiemenapparates der denselben hinten umkreisende Bogen weniger ausgesprochen; der in der Regel vom N. spinalis 2 gebildete Nerv verläuft hier zunächst in einer mehr transversalen Richtung ventro-lateralwärts, wobei er gleichfalls zuerst an die entsprechende Rumpfmuskulatur und die Levatores scapulae Nerven abgiebt, und theilt sich dann (nach oder ohne Abgabe von kleineren Seitenzweigen für Theile der hypobranchialen Muskulatur) in einen hinteren und vorderen Ast, welche für die hintere und vordere Region der ventralen Längsmuskulatur bestimmt sind. Bei *Pipa* (Taf. VIII Fig. 10) ist, wie schon z. Th. erwähnt, der Nerv (*R.cv.*) dem Plexus brachialis so innig angeschlossen, dass er erst von dem vorderen Aste des N. supracoracoideus (*R.spc.*), nach dessen Durchtritte durch den Brustgürtel, sich abzweigt und jenseits des Procoracoides (*Pc.*), d. h. an dessen Aussenfläche verlaufend, zu der von ihm versorgten und auch hier sehr eigenthümlich entwickelten hypobranchialen Muskulatur tritt.

Während seines Verlaufes steht der R. cervicalis zu den von ihm gekreuzten Aesten des Vagus und Sympathicus z. Th. in einem recht intimen Zusammenhange,

der bei flüchtiger Untersuchung dazu verleiten kann, selbst grössere Aeste des Vagus, wie z. B. den R. lateralis inferior n. vagi als Theile des Cervicalis aufzufassen. Bei Beobachtung der nöthigen Sorgfalt gelingt es aber stets, beide Nervengebiete vollkommen zu sondern.

Epibranchiale spinale Muskeln und Nerven fehlen den Amphibien gerade so, wie den Ganoiden, Teleostiern, Dipnoern und auch den Amnioten.[1])

Zur Charakterisirung der hypobranchialen spinalen Muskulatur (ventralen Längsmuskulatur) der Amphibien möge Folgendes dienen.

Bei den Urodelen, wo ich hinsichtlich des Genaueren namentlich auf Fischer (1864) und Maurer (1893), sowie die oben citirten Specialarbeiten verweise, bildet im Gegensatze von den Selachiern die hypobranchiale spinale Muskulatur die direkte, nur partiell durch Sternum und Schultergürtel unterbrochene Fortsetzung des Rectus-Systemes des Rumpfes. Die Unterbrechungen beziehen sich auf die oberflächliche Lage (Rectus superficialis Maurer), während die tiefere (Rectus profundus Maurer ununterbrochen vom Becken bis zum Visceralskelet zieht. Das Rectus-System ist namentlich in der tiefen Lage nur unvollkommen von dem Obliquus-System gesondert; die lateralen Züge der homobranchialen Muskulatur enthalten somit auch den Obliqui des Rumpfes homodyname Fasern. Der vom Bereiche des Brustbeines und Schultergürtels bis zum Zungenbein gehende Muskel wird gemeinhin als M. sterno-hyoideus, der vom Zungenbein nach dem Unterkiefer sich erstreckende Theil als M. geniohyoideus determinirt. Der M. sterno-hyoideus besteht somit aus zwei mehr oder minder deutlich gesonderten Lagen (M. sterno-hyoideus superficialis und profundus), von denen die tiefere direkt resp. nur durch Inscriptio tendinea gesondert aus dem Rectus profundus sich fortsetzt, die oberflächliche theils vom Rectus superficialis, theils, in wechselnder Weise, vom Sternum oder vom Prokorakoid oder von der Scapula ausgeht[2]). Man kann demnach, wenn man auf die einzelnen Ursprünge besonderen Werth legt, auch von einem besonderen Thoracico-hyoideus, Coraco-hyoideus und Omo-hyoideus sprechen[3]). Die vordere Insertion des Muskels findet in der Hauptmasse am Hyoid statt; tiefere und laterale Partien enden aber auch an dem Copulare des 1. Kiemenbogens, sowie, durch die Zacken des sogenannten Hyo-pharyngeus in einzelne Bündel gesondert, an der caudal daneben befindlichen ventralen Pharynxwand (Sterno-pharyngeus Fischer); auch die Stimmlade

---

1) Der über die ganze Länge der Wirbelsäule erstreckte M. subvertebralis der Urodelen erinnert in seinem vorderen Theil sehr oberflächlich an den M. subspinalis *a* der Notidaniden, ist aber, wie Maurer (1892 p. 101, 147) nachgewiesen hat, ein sekundär von der primären Rumpfmuskulatur abgespaltener Muskel. Er ist somit nur ein ganz inkompletes Analogon, aber kein Homologon des Muskels der Notidaniden.

2) Hinsichtlich aller dieser, im Speciellen sehr wechselnden Verhältnisse vergl. Fischer (1864). Der skapulare Ursprung findet sich bei *Menopoma* und *Cryptobranchus*.

3) Die Fortsetzung des Rectus wird von Davison als Thoracico-hyoideus bezeichnet; sie besitzt mehrere Inscriptiones tendineae.

kann als Insertionspunkt in Frage kommen. Man wird den am Hyoid endenden Theil dem Coraco-hyoideus der Selachier, die am Copulare 1 und an der darauffolgenden Pharynxregion (also der Gegend, wo bei diesen die folgenden Kiemen-Copularia sich finden) den Coraco-branchiales der Selachier vergleichen können, wobei die durch den Hyo-pharyngeus (der dem Constrictor superficialis ventralis der Selachier homolog ist) gegebene Sonderung ein weiteres Moment für die speciellere Vergleichung bildet. Der sogenannte Sterno-hyoideus der Urodelen ist somit ein sehr zusammengesetzter Muskel; zu Folge der Rückbildung des Kiemenapparates tritt aber der hyoidale Antheil desselben in den Vordergrund. — An den Sterno-hyoideus schliesst sich nach vorn der M. genio-hyoideus an; er kann die direkte, nur durch Inscriptio tendinea getrennte Fortsetzung des ersteren bilden (*Amphiuma*), er kann partiell durch den zweiten resp. zweiten und dritten Kiemenbogen von diesem Muskel gesondert sein (*Menopoma*, *Cryptobranchus*), endlich kann er mehr oder minder komplet durch das Hyoid von dem Sterno-hyoideus getrennt sein (Mehrzahl der Urodelen)[1]). Unschwer ist in dem Genio-hyoideus der Urodelen das Homologon des Coraco-mandibularis der Selachier, der schon bei diesen in seinem Verhalten zum hinteren Hauptstocke der gemeinsamen Coraco-arcuales recht wechselnde Verhältnisse darbot (*cf.* p. 425 f.), wieder zu finden. — Endlich zeigen die Urodelen die Anfänge der Mm. genio-glossus und hyo-glossus in Gestalt von Aberrationen der Innentheile der Mm. genio-hyoideus und sterno-hyoideus an die zwischen Hyoid und Mandibula befindliche Mundschleimhaut. Bei Perennibranchiaten und Derotremen kann man von einer entwickelten Zunge und einer ausgebildeten Zungenmuskulatur noch nicht sprechen, bei Larven von *Salamandra* und *Triton* ist, wie GEGENBAUR in seiner bedeutungsvollen Abhandlung über die Phylogenese der Zunge (1894 p. 4 ff.) ausführlich dargelegt hat, hier ein ungemein reicher Drüsenapparat entwickelt, der die Zunge bereits als Wulst hervortreten lässt, und an diesen Drüsenapparat schliesst sich während der Metamorphose ein tieferes Eindringen der vom Sterno-hyoideus und Genio-hyoideus aberrirenden Muskelfasern an, die nach und nach zu einer vollkommenen Muskularisirung der Zunge, zu der Ausbildung einer eigentlichen Zungenmuskulatur führt. GEGENBAUR erblickt in der vorausgehenden Glandularisirung der Zunge geradezu das kausale Moment für die Muskularisirung derselben.

Alle anderen, von diesem oder jenem Autor hierher gerechneten Muskelbildungen, namentlich die querverlaufenden wie z. B. der M. transversus maxillae inferioris (mylo-hyoideus), haben nichts mit der hypobranchialen spinalen Muskulatur zu thun und werden von ächten Kopfnerven (Trigeminus und Facialis) versorgt; anders lautende Innervationsangaben sind irrthümlich[2]).

Die hypobranchiale spinale Muskulatur der Gymnophionen knüpft, wie

---

1) Vergl. Anm. 2 auf der vorhergehenden Seite.

2) Auch der M. kerato-hyoideus internus gehört hierher; er wird trotz seines longitudinalen, an die hypobranchiale spinale Muskulatur sehr erinnernden Verlaufes von dem N. glossopharyngeus innervirt. Ich erwähne ihn hier auch, um auf die grosse Uebereinstimmung hinzuweisen, welche hinsichtlich seiner zwischen Dipnoern und Urodelen existirt.

Fischer (1864) und Wiedersheim (1879) gezeigt haben, am meisten an diejenige von *Amphiuma* an. Auch hier lässt sich eine oberflächliche und tiefe Schichte, eine in der Hauptsache direkte resp. durch Inscriptio vermittelte Fortsetzung des Rumpf-Rectus in den Sterno-hyoideus (Thoracico-hyoideus Wiedersheim) und den Genio-hyoideus erkennen. Die tieferen Partien inseriren an den Kiemenbogen (Homologe der Coraco-branchiales der Selachier) und erleiden auch sonstige Unterbrechungen, wozu indessen der M. cerato-hyoideus zwischen 1. Kiemenbogen und Hyoid nicht zu rechnen ist.

Die Verhältnisse bei den (opisthoglossen) Anuren sind leicht von denen bei den Urodelen ableitbar. Der Rectus bietet in seinem Rumpftheile, wie Maurer (1894 p. 245) gegen Kästner (1893 p. 285) ausführt, insofern ein einfacheres Verhalten als bei den Urodelen dar, als seine beiden Lagen nicht wie bei diesen geschieden sind, sondern zusammenhängend einen einheitlichen Muskel bilden. Dagegen zeigt der Halstheil des Rectus-Systems eine weiter vorgeschrittene Differenzirung, indem an Stelle des bei den Urodelen einheitlichen Sterno-hyoideus (Sterno-coraco-omo-hyoideus) zwei getrennte Muskeln, ein M. sterno-hyoideus (Thoracico-sterno-coraco-hyoideus), der theils die Fortsetzung des Rumpfes bildet, theils vom Sternum und Korakoid entspringt, und ein M. omo-hyoideus, der von der Scapula ausgeht, zur Ausbildung gekommen sind; für den Omo-hyoideus dient die bei *Menopoma* und *Cryptobranchus* von der Scapula entspringende Partie des gemeinsamen Muskels als Ausgangspunkt. Die Insertion des genannten Muskels erfolgt vorwiegend an dem Zungenbein-Körper und den sog. hinteren Hörnern, also an Theilen, welche der Copula hyoidea und den Copularia der Kiemenbogen entsprechen; die Muskeln sind somit Homologa des Coraco-hyoideus und der Coraco-branchiales der Selachier. — Vorn schliesst sich an den Sterno-hyoideus der M. genio-hyoideus an, immer gut von ihm getrennt und von dem Hyoid und zwar meist mit zwei getrennten Zipfeln (vom Körper und den sogenannten hinteren Hörnern) entspringend. — Die Mm. hyo-glossus und genio-glossus zeigen eine höhere Ausbildung als bei den Urodelen und bilden unter mannigfacher Durchkreuzung und Verfilzung ihrer Bündel die gut entwickelte fleischige Zunge der Opisthoglossi; der Hyo-glossus hat seinen Ursprung auf die hinteren Hörner des Zungenbeins verlegt. — Hinsichtlich der specielleren Verhältnisse verweise ich namentlich auf Fischer (1843), Wyman (1853), Schiess (1857), Ecker (1864) und Wiedersheim (1882).

Sehr interessante und weitgehende Umbildungen zeigt die hypobranchiale spinale Muskulatur bei den aglossen Anuren, namentlich bei *Pipa*. Ueber die Anheftungen der Mm. sterno-hyoideus (profundus) und genio-hyoideus am Zungenbein (Theil der Stimmlade), sowie über die angesichts des Mangels einer ausgebildeten Zunge lediglich in die Mundschleimhaut ausstrahlenden Mm. hyo-glossus und genio-glossus hat bereits Henle (1839 p. 24, 25) ausführliche Mittheilungen gemacht; hinsichtlich des M. mylo-pectori-humeralis, der eine eigenartige Weiterdifferenzirung eines Homologons des Coraco-mandibularis der Selachier repräsentirt, verweise ich auf meine frühere diesbezügliche Beschreibung (1874 p. 198—200).

E. Sauropsiden.

Taf. VII Figg. 15—19, Taf. VIII Figg. 13—15.

Ueber die hier in Frage kommenden Nerven der Reptilien und Vögel existiren zahlreiche Arbeiten, welche die thatsächlichen Verhältnisse mehr oder minder genau wiedergeben, für die Anknüpfung an die tieferen Vertebraten aber wenig leisten; nur die kurzen Bemerkungen von Gegenbaur (1871), McMurrich (1885), Sagemehl (1885 resp. 1891), van Wijhe (1886), sowie die ontogenetischen Untersuchungen von Froriep (1883), van Wijhe (1883 resp. 1886, 1889) Béraneck (1887), van Bemmelen (1889), Chiarugi (1889) und Hoffmann (1890) sind hierfür brauchbar.

Die weite Kluft, welche die Sauropsiden von den Anamniern trennt, erklärt zur Genüge diesen Mangel. Andererseits ist zu Folge der näheren Beziehungen zu den Säugethieren der Anschluss an diese fast allenthalben berücksichtigt: die betreffenden spino-occipitalen Nerven sind demzufolge von den Autoren meist als N. hypoglossus bezeichnet und beschrieben.

Eine ausführliche und genaue Wiedergabe der einschlägigen Litteratur ist nicht angezeigt, da die vielen existirenden Arbeiten, wie schon erwähnt, für die eigentliche Erkenntniss der spino-occipitalen Nerven zumeist nicht in Betracht kommen. Darum sei nur das Hauptsächlichere hervorgehoben.

Ueber die Reptilien handeln theils in mehr oder minder genauen Beschreibungen, theils in kürzeren, aber erwähnenswerthen Bemerkungen Bojanus (1819—21: *Emys*), Bischoff (1832: einige Saurier; *Crotalus; Crocodilus*), Swan (1835: *Boa*; *Chelone*), Cuvier-Duméril (1836: *Emys*, Saurier und Ophidier), Henle (1839: verschiedene Reptilien), Vogt (1839: *Python*; 1840: *Lacerta*, *Varanus*, *Amphisbaena*; *Chelone*; *Jacare* (*Champsa*), *Crocodilus*), Joh. Müller (1840: *Python*, *Crotalus*), Bendz (1843: *Lacerta*, *Chamaeleo*, *Amphisbaena; Tropidonotus; Chelone*; *Alligator*), Fischer (1852: zahlreiche Saurier; *Crocodilus*, *Alligator*), Stannius (1856: Reptilien), Owen (1866: Reptilien, namentlich Chelonier), Fürbringer (1870: mehrere Saurier, namentlich Scincoiden und Zonuriden; 1874: *Trionyx*, *Chelone*, *Emys*; 1876: *Platydactylus*, *Trachysaurus*, *Seps*, *Salvator*, *Phrynosoma*, *Iguana*, *Varanus*, *Amphisbaena*, *Chamaeleo*; *Alligator*, *Crocodilus*), Gegenbaur (1871: Reptilien; 1875: Saurier), von Ihering (1878: zahlreiche Saurier, Ophidier, Chelonier und Krokodilier), Schneider (1879: Schlundring der Reptilien), Mayser (1882: allgemeine Bemerkung), Wiedersheim (1883, 1888: Reptilien, insbesondere Chelonier), van Wijhe (1883 resp. 1886: Entwickelung von *Lacerta*), Béraneck (1884: *Lacerta*), McMurrich (1885: Reptilien), Sagemehl (1885 resp. 1891: allgemeine Bemerkung), Carlsson (1886: Saurier und Ophidier), van Bemmelen (1888: *Hatteria*; *Iguana*; *Tropidonotus*, *Coronella*; *Testudo*, *Emys*, *Chelone*; *Crocodilus*; 1889: Entwickelung von *Lacerta*), Staderini (1889), Hoffmann (1890: Saurier, Ophidier, Chelonier und Krokodile, mit ontogenetischen Ausführungen), Humphrey (1894: *Chelydra*, *Chelone*, *Chrysemys*), Baur (1895: Proatlas der Reptilien). —

Bezüglich der Vögel verweise ich auf Tiedemann (1810)[1], A. Meckel (1816: *Anser*), Bischoff (1832: *Anser*, *Ciconia*, *Psittacus*), Swan (1835: *Pelecanus*, *Ansér*, *Cygnus*, *Ardea*), Cuvier-Duméril (1836), Henle (1839), Bamberg (1842), Stannius (1846), Claude Bernard (1851: *Gallus*), Bonsdorff (1851 resp. 1852: *Grus*, *Corvus*), Wyman (1864: *Struthio*, *Anser*), Stieda (1868), Gegenbaur (1871), von Ihering (1878: mehrere Vögel), Fürbringer (1879, 1880: zahlreiche Vögel), Froriep (1883: Entwickelung von *Gallus*), Gadow (1883, 1891), van Wijhe (1883 resp. 1886: Entwickelung von *Larus* und *Gallus*), Béraneck (1887: Entwickelung von *Gallus*), Koch (1888: *Anas*, *Columba*), Chiarugi (1889: Entwickelung von *Gallus* und *Cypselus*), Staderini (1889: *Gallus* und *Meleagris*), Shufeldt (1890: *Corvus*, mit Anmerkungen über andere Vögel), Turner (1891: *Anser*, *Botaurus*, *Ardea*, *Butorides*, *Bubo*), Brandis (1893: zahlreiche Vögel).

Allgemein werden die ventral von dem Vago-accessorius von der Medulla abgehenden und den Occipitaltheil des Schädels durchsetzenden Wurzelfäden dem N. hypoglossus zugeschrieben.

Ueber ihren centralen Ursprung handeln bei Vögeln Stieda (1868), Koch (1888), Turner (1895) und namentlich Brandis (1893). Die dem Hypoglossus Ursprung gebenden Zellen liegen ventral neben dem Accessorius-Kern und sind von ihm deutlich getrennt (Turner p. 275). Koch und Brandis unterscheiden zwei motorische Kerne, einen mehr ventral und einen mehr dorsal gelegenen, die bei den einzelnen Gattungen in sehr verschiedener Weise entwickelt sind (*Larus*, *Anser* und die Hühner haben nur einen ventralen Kern; daneben findet sich der dorsale sehr schwach ausgebildet bei *Phoenicopterus*, *Fulica*, *Syrnium*, mässig entfaltet bei zahlreichen Vögeln, kräftig entwickelt und den ventralen selbst an Volumen übertreffend bei *Psittacus* und *Corvus*; bezüglich des Details sei auf Brandis verwiesen).

Der Abgang von der Medulla erfolgt ventral resp. ventro-caudal vom Vagus, erstreckt sich aber in der Regel nicht so weit caudalwärts wie der Ursprung des Accessorius Willisii, der bei allen untersuchten Sauriern, Cheloniern, Krokodiliern und Vögeln bis in das Gebiet des ersten, zweiten und selbst dritten Spinalnerven hinabreicht (cf. Bischoff, Bendz, van Bemmelen, Turner und Humphrey; die Vögel und Chelonier zeigen zumeist, aber nicht ohne Ausnahmen, den am tiefsten, die Krokodilier den am wenigsten tief hinabreichenden Ursprung dieses Nerven; bei den Sauriern finden sich wechselnde, in der Hauptsache aber mittlere Verhältnisse).

Die Zahl der Wurzeln des „Hypoglossus“ der erwachsenen Thiere wird wechselnd, zu 1—3, angegeben. Bei den Sauriern finden sich nach Fischer (1852) drei bei *Platydactylus*, zwei bei der Mehrzahl (7 Species) der untersuchten Thiere (incl. *Salvator nigropunctatus*), eine bei *Salvator Merianae* und *Chamaeleo*; Cuvier-Duméril (1836) giebt zwei Wurzeln für *Lacerta* an; Bendz (1843) findet bei *Lacerta* und *Amphisbaena* zwei, van Wijhe (1883 resp. 1886), van Bemmelen (1889) und Hoffmann (1890) bei *Lacerta* drei Wurzeln[2]. Bei den Ophidiern beschreiben die Autoren 1—2 Wurzeln; 1 wird angegeben von Joh. Müller (1810) bei *Crotalus*, von Stannius (1856) überhaupt bei Schlangen; 2 finden sich nach Cuvier-Duméril (1836) bei Ophidiern, nach Joh. Müller (1840) bei *Python*, nach Bendz (1843) bei *Tropidonotus*, nach van Bemmelen (1888)

---

1) Wo keine speciellen Gattungen genannt sind, handelt es sich zumeist um allgemeinere Darstellungen der betreffenden Klasse resp. Subklasse.

2) Béraneck (1884 p. 76) giebt an, dass der Hypoglossus von *Lacerta* die zwei ersten Spinalnerven repräsentire.

bei *Tropidonotus* und *Coronella.* Bei den Cheloniern beschreiben die darüber handelnden Autoren (Cuvier-Duméril 1836, Bendz 1843, Owen 1866, Hoffmann 1890, Humphrey 1894) als Regel zwei gesonderte Wurzeln, doch wurden auch von Humphrey bei *Chelydra*, *Chelonia* und *Chrysemys* individuell drei gefunden. Stannius (1856) giebt 1—2 Wurzeln an. Den Krokodiliern kommen nach den Beschreibungen und Abbildungen von Bendz (1843) und Fischer (1852) zwei Hypoglossus-Wurzeln zu. Bei den Vögeln werden von Stannius (1856), Béraneck (1887), Staderini (1889) und Gadow (1891) zwei Wurzeln angeführt; Gegenbaur (1871 p. 531) erwähnt mehrfach diskret austretende Wurzeln.

Bei allen Sauropsiden sind es nur ventrale Wurzeln, welche von den meisten Autoren (am frühesten von Stieda 1868 p. 29) den ventralen Wurzeln der Spinalnerven verglichen werden. Stets nimmt die Stärke dieser Wurzeln nach hinten zu.

Die Entwickelung dieser Nervenwurzeln ist von Froriep (1883), van Wijhe (1883 resp. 1886), Béraneck (1887), Chiarugi (1889), van Bemmelen (1889) und Hoffmann (1890) untersucht worden; die vollständigsten und auf die jüngsten Embryonen zurückreichenden Angaben verdanken wir van Wijhe, Chiarugi, van Bemmelen und Hoffmann. Diese Untersuchungen bestätigen vollkommen die Zusammensetzung des „Hypoglossus“ aus einer Summe von ventralen Wurzeln, welche den ventralen Wurzeln der Spinalnerven homodynam sind und ganz successive in dieselben übergehen. Die einzelnen Komponenten werden dem entsprechend auch als occipitale oder als präcervikale Nerven bezeichnet. Ob hierbei der ihnen als Durchtritt dienende Occipitaltheil des Schädels in der Form von ursprünglich diskreten und erst später verschmelzenden Wirbeln oder gleich als Continuum sich anlegt, erhellt nicht mit gleicher Deutlichkeit aus den verschiedenen Angaben; beides scheint vertreten zu werden; separat auftretende, aber bald verschmelzende Knorpelkerne zwischen den einzelnen Nervengebieten dürften erwiesen sein. Die Anlage separater Myomeren (Myotome, Somiten), welche denen des Rumpfes entsprechen, wurde übereinstimmend sicher gestellt. Aus diesen ontogenetischen Untersuchungen geht aber zugleich hervor, dass ausser den bei dem erwachsenen Thiere erhalten bleibenden 2—3 Wurzeln resp. spino-occipitalen Nerven, und zwar rostral vor ihnen, noch ein resp. zwei weitere zur Anlage kommen, im Laufe der Entwickelung aber wieder verschwinden. Bezeichne ich die bleibenden spino-occipitalen Nerven mit *a*, *b* und *c* resp. mit *b* und *c*, die vor ihnen liegenden vergänglichen aber mit *x*, *y*, *z*[1]), so ergeben die Untersuchungen bei *Lacerta* nach Hoffmann noch die Anlage von *z*, nach Chiarugi von *y* und *z* und nach van Bemmelen vielleicht selbst von *x*, *y* und *z*[2]). Bei Embryonen von *Tropidonotus* findet Chiarugi *z*, *a*, *b*, *c*, bei Embryonen von *Cypselus* und *Gallus* *a*, *b*, *c*, wovon aber *a* von vornherein sehr rudimentär angelegt ist; Froriep und Béraneck konnten bei Vogelembryonen nur *b* und *c* nachweisen, van Wijhe fand *a*, *b* und *c*. — Auch die Myomeren legen sich in grösserer Anzahl an und vermindern sich durch Rückbildung der vorderen. Hoffmann fand bei *Lacerta* fünf spino-occipitale Myotome (deren vorderstes aber sehr rudimentär und nervenlos war), Chiarugi und van Bemmelen nur vier; *Tropidonotus* zeigte nach Chiarugi 4; bei Vogelembryonen wurden übereinstimmend von Froriep, van Wijhe, Béraneck und Chiarugi vier beobachtet, von denen der erste (Chiarugi) oder die beiden ersten (Froriep und Béraneck) nervenlos waren. — Die Diskrepanz in der korrelativen Existenz von Nervenwurzeln und Myomeren, wie sie hier bei *Lacerta* gegenüber den Vögeln gefunden wurde, fordert zu ferneren

1) In diesen Bezeichnungen der spino-occipitalen Nerven ist zugleich die Deutung von *a*, *b*, *c* als occipito-spinale, von *x*, *y*, *z* als occipitale Nerven enthalten. Weiter unten wird über diese Deutung zu diskutiren sein.

2) Diese beiden anderen Occipitalnerven (*x* und *y* nach meiner Bezeichnung) legen sich aber nach van Bemmelen von vorn herein rudimentär sowie ohne Myomeren an und scheinen sich sehr bald zurückzubilden; auch liegen sie einander und *z* benachbart, so dass man eventuell auch an Wurzelfäden einer einzigen Wurzel denken könnte. Jedenfalls bieten sie in ihrer ganzen Anlage und Anordnung soviel Besonderes und Abweichendes von den sonstigen Eigenschaften der spino-occipitalen Nerven dar, dass weitere Untersuchungen sehr erwünscht erscheinen.

Untersuchungen auf. — Auch Rudimente zugehöriger dorsaler Wurzeln und dorsaler Ganglien wurden von den Autoren gesehen; bei Embryonen von *Lacerta* fand CHIARUGI drei (*a*, *b*, *c*), VAN BEMMELEN 2—3 und HOFFMANN ein (*c*); bei Embryonen von *Gallus* wurden dieselben bald vermisst (FRORIEP), bald in der Einzahl (BÉRANECK) oder Dreizahl (CHIARUGI) gefunden; doch wird die Existenz des von BÉRANECK beschriebenen dorsalen Ganglion von CHIARUGI abgeleugnet, der nur Wurzelrudimente hier fand. Ueber die weiteren Schicksale dieser dorsalen Anlagen differiren die Angaben erheblich. Nach VAN BEMMELEN und HOFFMANN schwinden sie während der Embryonalzeit, nach VAN WIJHE und CHIARUGI verbinden sie sich zur Bildung des N. vagus resp. N. accessorius vagi, der somit nach CHIARUGI intimere Beziehungen zu dem N. hypoglossus aufweist[1]); FRORIEP und HOFFMANN stellen dagegen beide Nerven genetisch scharf einander gegenüber, VAN BEMMELEN (1889 p. 250) vertritt eine mehr vermittelnde Richtung. Ich stehe hierbei auf dem Standpunkte FRORIEP's.

Auf Grund ihrer Beobachtungen an ausgebildeten Sauropsiden homologisiren McMURRICH (1885 p. 149) und SAGEMEHL (1885 resp. 1891 p. 535) den »Hypoglossus« mit den zwei ersten Spinalnerven der Selachier und Urodelen; MAYSER (1882) dagegen vergleicht ihn dem vorderen Abschnitte des ersten Spinalnerven der Teleostier. Die folgende Darstellung wird zeigen, dass die beiden erstgenannten Autoren der Wahrheit nahe kamen, während die Vergleichung MAYSER's in keiner Weise haltbar ist.

Der Durchtritt der einzelnen Wurzeln des „Hypoglossus" erfolgt nach den Angaben der Autoren durch separate Oeffnungen, welche ventral vom Vagusloch sich im Occipitale befinden; nur WIEDERSHEIM (1883, 1888) erwähnt für *Emys* einen gemeinsamen Austritt mit dem Vagus.

Während oder nach dem Austritt aus dem Schädel vereinigen sich die Hypoglossus-Wurzeln unter einander zu dem gemeinsamen Hypoglossus-Stamme, der zugleich in den meisten Fällen auch mit dem ersten oder den beiden ersten Cervikalnerven resp. mit Zweigen derselben sich verbindet und mit ihnen einen einheitlichen Stamm bildet, der sich nach Art des Plexus s. Ramus cervicalis der tieferen Vertebraten verzweigt. Einzelne Autoren (CHIARUGI, VAN BEMMELEN) bezeichnen diese Vereinigung occipitaler und spinaler Nerven als N. hypoglossus. Die Antheilnahme dieser ersten spinalen Nerven (die bei den erwachsenen Thieren meistens auch nur von ventralen Wurzeln gebildet werden) zeigt nach den Angaben der Untersucher einen erheblichen Wechsel. Der Mangel jedes Verbandes zwischen occipitalen und spinalen Nerven kennzeichnet nach VOGT (1890) *Jacare*, nach FISCHER (1852) *Crocodilus* und *Alligator*; ein Verband mit dem 1. Spinalnerven allein findet sich nach BISCHOFF (1832) bei *Amphisbaena* und *Crotalus*, nach VOGT (1839, 1840) bei *Lacerta, Amphisbaena* und *Python*, nach BENDZ (1843) bei *Chelone*, nach BONSDORFF (1851) bei *Grus* und *Corvus*, nach FISCHER (1852, bei *Platydactylus*, *Euprepes*, *Lacerta*, *Salvator*, *Zonurus*, *Agama*, *Chamaeleo*, nach VAN BEMMELEN (1889) bei *Lacerta*[2]), nach CHIARUGI (1889) bei *Lacerta*, *Tropidonotus*, *Gallus*, *Cypselus*, nach GADOW (1881) bei Vögeln (ohne nähere Angabe); eine Verbindung mit den beiden ersten Spinalnerven wurde beobachtet von VOGT (1840) bei *Varanus*, *Chelone*, *Crocodilus*, von FISCHER (1852) bei *Iguana*, *Varanus*, von VAN BEMMELEN (1888, 1887) bei *Lacerta*[1]), *Iguana*, von GADOW (1881) bei Vögeln (ohne nähere Angabe).

Weitere Anastomosirungen des N. hypoglossus mit Gehirnnerven (Aeste des Trigeminus, Glossopharyngeus und namentlich Vagus) und mit dem Sympathicus werden von zahlreichen Autoren (SWAN 1835, VOGT 1839, 1840, JOH. MÜLLER 1840, STANNIUS 1846, 1856, BONSDORFF 1851, FISCHER 1852, GEGENBAUR 1871, VAN BEMMELEN 1888, HOFFMANN 1890) angegeben; bezüglich des Näheren sei auf diese Veröffentlichungen selbst hingewiesen.

---

1) Auch BÉRANECK (1884 p. 76) scheint den Accessorius Willisii mit dem Hypoglossus zusammenzuwerfen; wenigstens giebt er an, dass beide Nerven nicht kraniale, sondern spinale Nerven repräsentiren.

2) VAN BEMMELEN konstatirte während der Entwickelung die successive Anastomosisung zuerst mit dem 1. Spinalnerven, dem sich danach der 2. Spinalnerv zugesellte.

Zu dem Plexus brachialis bestehen nur ausnahmsweise noch Beziehungen; derselbe wird von mehr caudalwärts gelegenen Nerven gebildet und beginnt bei den Reptilien in der Regel mit dem 3.—7., bei Vögeln erst mit dem 10.—22. Spinalnerven; nur für *Amphisbaena* (Carlsson 1886), sowie *Enygrus* und *Coronella* (Ihering 1878, Carlsson 1886) wird ein Beginn des rudimentären Plexus brachialis mit dem 2. Spinalnerven, der hiermit an dem Plexus brachialis und cervicalis Theil nehmen kann, angegeben.

Die periphere Verbreitung des »Hypoglossus« erfolgt in der Regel mit kleineren Aesten in den Nackenmuskeln, mit den Hauptästen, R. anterior s. hypoglossus (Fischer) s. laryngolingualis (Bonsdorff, Gadow) und R. posterior s. descendens (Fischer) s. recurrens s. laryngeus (Bonsdorff, Gadow), in der Muskulatur der Zunge und den Längsmuskeln, welche sich zwischen dem Brustgürtel und Unterkiefer erstrecken; bei den Vögeln, namentlich bei den *Passeres* gewinnen besondere Zweige des R. posterior eine stärkere Ausbildung durch Versorgung der hier (*Oscines*) hoch entfalteten Syrinxmuskulatur (Gadow 1883, 1891, Fürbringer 1888). Bezüglich des Details sei namentlich auf Swan (1835), Vogt (1839, 1840), Bendz (1843), Bonsdorff (1851), Fischer (1852), Stannius (1856), van Bemmelen (1888), Hoffmann (1890), Gadow (1891) verwiesen; einige Fehler in den Angaben älterer Autoren (Vogt, Fischer), welche auch den Retractor ossis quadrati und den Mylohyoideus durch den Hypoglossus, die Zungenmuskeln aber z. Th. durch den Glossopharyngeus versorgen lassen, sind zu korrigiren.

Im Uebrigen handeln über die hypobranchiale spinale Muskulatur (ventrale Längsmuskeln) noch Tiedemann (1810), Henle (1839), Brücke (1852), Fürbringer (1870), Leydig (1872), Gegenbaur (1875), Shufeld (1890), Walter (1887), Kathariner (1875) u. A.

Besondere Aufmerksamkeit erregte die ventrale Anastomose (Chiasma) des rechten und linken Hypoglossus bei Krokodilen (Vogt 1840, Fischer 1852, Stannius 1856) und bei Vögeln (Wyman 1864: *Struthio*, *Anser*); Schneider (1879) widmete ihr einen besonderen Artikel und verglich sie (im Verbande mit ähnlichen Anastomosen des N. inframaxillaris bei Myxinoiden und Teleostiern, des N. laryngeus bei Sauropsiden) sehr mit Unrecht dem ventralen Schlundring bei Wirbellosen.

Zur eigenen Untersuchung dienten folgende Thiere[1]):

Rhynchocephalia: *Hatteria punctata*, Gray.

Sauria: *Platydactylus guttatus*, Kuhl, *Ptychozoon homalocephalum*, Kuhl (Embryonen: A von 4 mm, B von 5 mm, C von 5 mm Kopflänge)[2]); *Anguis fragilis*, L. (Embryo von 2.75 mm Kopflänge); *Lacerta viridis*, L., *Lacerta agilis*, L. (Embryonen: A von 2.5 mm, B von 4 mm Kopflänge).

Ophidia: *Python reticulatus*, Gray, *Tropidonotus natrix* (Embryo von 4 mm Kopflänge).

Chelonia: *Amida mutica*, Ag.; *Chelone imbricata*, L. (Embryonen von 7 mm Körperlänge); *Chelydra serpentina*, Ag., *Emys europaea*, L.

Crocodilia: *Crocodilus vulgaris*, Cuv., *Crocodilus biporcatus*, Cuv. (Embryonen: A von 6.75 mm, B von 8.75 mm Kopflänge), *Jacare sclerops*, Gray.

Aves: *Struthio camelus*, L.; *Anas xanthorhyncha*, Forster, *Anser cinereus*, Meyer, *Botaurus stellaris*, Steph.; *Grus cinerea*, Bechst.; *Gallus domesticus*, L. (versch. Embryonen); *Pastor roseus*, Temm.

---

1) Die Embryonen von *Ptychozoon* und *Chelone* verdanke ich der Güte des Herrn Prof. R. Semon.

2) Wegen der bei allen Sauropsiden-Embryonen sehr beträchtlichen Krümmung des Körpers giebt die Scheitel-Steiss-Dimension kein richtiges Maass der Grösse; es wurde desshalb die Kopflänge (bis Condylus occipitalis) angegeben. Nur bei den sehr jungen, weniger gekrümmten Embryonen von *Chelone* wurde die Körperlänge gemessen.

Die Deutung des sogenannten Nervus hypoglossus der Sauropsiden und seine Zurückführung auf die bei den Anamniern sich findenden spino-occipitalen Nerven fällt zusammen mit der Entscheidung, wie viele Wirbel dem Cranium derselben sekundär assimilirt sind. Dass eine solche Assimilation überhaupt stattgefunden hat, ist auf Grund der ontogenetischen und vergleichend anatomischen Untersuchung nicht zweifelhaft; der Schädel der Sauropsiden stellt sich durchaus an die Seite desjenigen der Holocephalen, Ganoiden, Teleostier und Dipnoer. Lediglich die Zahl dieser sekundär assimilierten Wirbel und Spinalnerven (Nn. occipito-spinales) steht in Frage. Ein Ueberblick über die Verhältnisse bei den erwähnten Anamniern zeigt eine wechselnde Anzahl dieser Wirbel und Nerven; bei den meisten und zwar bei Vertretern aus allen vier Abtheilungen (*Chimaera* und wohl auch *Callorhynchus*, *Amia*, *Lepidosteus e. p.*, *Teleostier*, *Ceratodus*), und namentlich auch bei solchen, deren Schädel sich durch ein deutliches Gelenk gegen die Wirbelsäule absetzt, ist die Dreizahl bevorzugt, d. h. die occipito-spinalen Nerven schliessen mit *c* ab, während der darauf folgende 4. Nerv ein freier Spinalnerv ist. Auch bei den Sauropsiden zeigt der „Hypoglossus" diese typische Zusammensetzung aus drei Wurzeln.

Wo die direkten Stammeltern der Sauropsiden zu suchen seien, entzieht sich z. Z. noch jeder genaueren Bestimmung. Alle bekannten Anamnier zeigen diese oder jene einseitige Specialisirung in dem einen oder dem andern Gepräge ihres Baues, welche eine direkte Ableitung von ihnen verbietet. Doch mag die Wurzel der Sauropsiden in der Nähe der Wurzeln der Selachier und Amphibien, und auch nicht allzu fern von derjenigen der Dipnoer und gewisser Ganoiden ihren Ausgang genommen haben. Die kranio-vertebrale Konfiguration, um die es sich für unsere Frage in erster Linie handelt, gestattet jedenfalls neben zahlreichen anderen Differenzirungen diese genealogische Ableitung und setzt damit die erwähnte Dreizahl der occipito-spinalen Nerven und Wirbel in das rechte Licht. Es besteht meines Erachtens kein Gegengrund, welcher die Homologisirung der drei Wurzeln des „Hypoglossus" der Sauropsiden mit den drei occipito-spinalen Nerven *a*, *b*, *c* bei der Mehrzahl der mit einem auximetameren Cranium versehenen Anamnier verböte.

Mit noch geringerem Rechte aber dürfte die Homologie der drei occipito-spinalen Nerven innerhalb der Sauropsiden bezweifelt werden; die verschiedenen Reptilien und Vögel stehen in zu nahen verwandtschaftlichen Beziehungen zu einander und bieten eine zu weit fortgeschrittene Fixirung ihrer Differenzirungen dar, als dass man hier noch von einer grösseren Flüssigkeit ihrer Konfiguration sprechen dürfte.

Ich halte sonach die Grenze zwischen Schädel und Wirbelsäule oder mit anderen Worten das kranio-vertebrale (richtiger intervertebrale) Gelenk der Sauropsiden für eine fixirte Bildung und erblicke in der Pars condyloidea des Hinterhauptes den konstanten Abschluss des sauropsiden Neocraniums. Befestigt werde ich in dieser Anschauung durch das Verhalten des ersten freien Wirbels, der allenthalben ein geringeres Volumen besitzt und das Gepräge einer benachtheiligten.

gedrückten Existenz zeigt, gar nicht so selten auch (bei Vertretern fast aller fossilen und recenten Abtheilungen der Sauropsiden) mehr oder minder weitgehend verkümmert und in seiner Selbständigkeit behindert ist und u. A. den Namen „Proatlas" erhalten hat[1]). Man erkennt in dieser reduktiven Bildung das Produkt des nach vorn (rostralwärts) gerichteten Druckes der Wirbelsäule, die mit ihrem vorderen Ende an dem hochdifferenzirten und fixirten Occipitale ein kräftiges Widerlager fand und somit, bei nicht genügender Widerstandsfähigkeit, dem von vorn und hinten wirkenden Drucke zum Opfer fiel[2]).

Ich finde bei allen von mir untersuchten Sauropsiden drei ventrale Wurzeln des Hypoglossus, die ich sonach als occipito-spinale Nerven auffasse und mit *a*, *b*, *c* bezeichne. Aber das Verhalten dieser Nerven ist nicht allenthalben dasselbe. Bei *Hatteria*, *Platydactylus* (Taf. VII Fig. 15), *Lacerta* indiv., *Chelydra* (Taf. VII Fig. 17), *Amyda*, *Struthio* und *Anser* (Taf. VII Fig. 19) treten dieselben als im Ganzen gleichwerthige, in gewissen Abständen von der Medulla abgehende und durch drei besondere Oeffnungen durch den Schädel tretende Nerven auf; bei *Lacerta* indiv., *Python* (Taf. VII Fig. 16), *Emys*, *Jacare* (Taf. VII Fig. 18) und *Crocodilus* sind die beiden ersten Nerven einander sehr genähert und verlaufen in der Hauptsache nur durch eine Bindegewebsscheide von einander geschieden durch die gleiche Schädelöffnung ($a + b$), während der dritte (c) das Occipitale selbständig durchsetzt. In diesen zuletzt angeführten Stellen kann dann die minder genaue Untersuchung zu dem Resultate kommen, dass nur 2 occipito-spinale Nerven (b, c) existirten; so mag wohl ein Theil der Angaben in der Litteratur (s. oben p. 497, 498) von der Existenz nur zweier Hypoglossus-Wurzeln zu erklären sein. Doch will ich nicht leugnen, dass bei einem andern Theil der Befunde früherer Autoren wirklich eine völlige Reduktion von *a* und die Persistenz von nur *b* und *c* vorliegt; namentlich bei Ophidiern, Krokodiliern und den höheren Ordnungen unter den Vögeln halte ich diese Rückbildung für sehr möglich, wenn ich sie auch bei dem geringen von mir untersuchten Material niemals sah. Die in der Litteratur angegebene Existenz von nur einem occipito-spinalen Nerven (c) hingegen, wie dieselbe sich bei *Salvator*, *Chamaeleo*, *Crotalus* und gewissen Cheloniern finden soll (p. 497, 498), scheint mir auf Beobachtungsfehlern resp. schlecht konservirtem Material zu beruhen.

Die Grösse der occipito-spinalen Nerven ist entsprechend der schon bei den Anamniern zur Genüge bestätigten Regel eine von hinten nach vorn (rostralwärts) abnehmende; doch sind hierbei verschiedene Abstufungen zu beobachten. So finde ich bei *Python* und *Chelydra* eine nur sehr mässige Abnahme der wenig verschie-

1) Ich verweise hinsichtlich der Proatlas-Bildungen bei den Sauropsiden und Mammalia auf die verdienstvolle Abhandlung von Baur (1895), die zugleich eine genaue Zusammenstellung über das Vorkommen und die Litteratur dieser sehr verschieden bezeichneten Bildung enthält.

2) Selbstverständlich ist dieser Vorgang nicht in grob mechanischer Weise zu deuten. Es spielen hierbei auch sehr verschiedenartige Instanzen (insbesondere Einwirkungen der Weichtheile) mit, die namentlich bei dem Vergleiche mit denjenigen Wirbelthieren, wo der 1. Wirbel gut und sogar höher entwickelt ist, wohl berücksichtigt sein wollen. Doch ist hier nicht der Ort, weiter auf diese Frage einzugehen.

denen Nerven, dagegen bei *Hatteria*, namentlich aber *Jacare* und *Anser* eine beträchtliche Rückbildung von *a* gegenüber *b*. Die anderen untersuchten Sauropsiden stehen in der Mitte.

Weiter hat die ontogenetische Untersuchung von *Lacerta* und *Tropidonotus* (CHIARUGI, VAN BEMMELEN, HOFFMANN) noch die embryonale Existenz eines oder einiger rostral vor *a* gelegener, ventraler Wurzeln ergeben, die sich aber noch im embryonalen Leben zurückbilden. Dieselben würden occipitale Nerven repräsentiren und im Anschlusse an die Terminologie bei den Anamniern als *x*, *y* und *z* zu bezeichnen sein. Das Vorhandensein von *z* konnte ich bei Embryonen von *Ptychozoon* und *Lacerta* bestätigen[1]. Für den Nachweis von *x* und *y* fehlten mir jüngere Stadien. Die Existenz von *x* halte ich überhaupt für nicht vollkommen gesichert (vergl. pag. 498 Anm. 2). Die untersuchten Reptilien besitzen somit im embryonalen Zustande occipitale und occipito-spinale Nerven, im ausgewachsenen aber nur noch occipito-spinale Nerven. Bei den untersuchten Vogelembryonen konnte weder von früheren Autoren, noch von mir das embryonale Rudiment eines occipitalen Nerven nachgewiesen werden.

Die Zusammenstellung der mitgetheilten Verhältnisse ergiebt somit[2]:

x? *y*. *z*. *a*. *b*. *c*. Junge Embryonen von *Lacerta* (VAN BEMMELEN)[3].
y. *z*. *a*. *b*. *c*. Junge Embryonen von *Lacerta* (CHIARUGI) und vielleicht auch *Tropidonotus* (CHIARUGI).
z. *a*. *b*. *c*. (Aeltere) Embryonen von *Ptychozoon* (ich) und *Lacerta* (CHIARUGI, VAN BEMMELEN, ich); Embryonen von *Tropidonotus* (CHIARUGI).

---

1) Der Befund von *Ptychozoon* ist sehr bemerkenswerth, indem hier bei recht alten Embryonen *z* noch in bester Ausbildung existirte, während es bei jüngeren Stadien von *Lacerta* schon eine gewisse Rückbildung zeigte. Auch darin dokumentirt sich die tiefe Stellung der Askalaboten. Auffallender Weise fand ich *z* bei den beiden Stadien *B* und *C* (von 5 mm Kopflänge), nicht aber bei *A* (von 4 mm Kopflänge). Bei *Lacerta* sah ich *z* nur bei *A* (2.5 mm Kopflänge), nicht aber bei *B* (4 mm Kopflänge). Bei *Anguis* (2.5 mm Kopflänge), *Tropidonotus* (4 mm Kopflänge) und *Crocodilus A* (6.75 mm Kopflänge) und *B* (8.75 mm Kopflänge) waren nur noch *a*, *b* und *c* vorhanden, bei dem grösseren Embryo von *Crocodilus a* zugleich in Rückbildung. Desgleichen zeigten die Embryonen von *Gallus* nur noch undeutliche Rudimente des ersten occipito-spinalen Nerven. — An allen diesen Schädeln bestand jedes Parachordale bereits aus einem einheitlichen Knorpelstücke, das im medialen Bereiche ausser den Durchbrechungen durch *z*, *a*, *b* und *c* keine Trennung seiner Kontinuität aufwies; seine Länge hinter dem Labyrinth ist etwa 5, bei *Ptychozoon* 6 Skleromeren gleich zu setzen. Die Somiten-Muskulatur erstreckte sich bei *Lacerta* und *Anguis* nicht ganz bis zum Bereiche des Labyrinths, bei *Ptychozoon* noch etwas weiter nach vorn, fast bis zum Niveau der Mitte desselben; doch gelang es nicht mehr, deutliche Somitengrenzen nachzuweisen. — Der junge Embryo von *Chelone* (7 mm Körperlänge) zeigte 3 deutlich getrennte Skleromeren und 3 occipito-spinale Nerven zwischen ihnen.

2) Damit im Zusammenhang sei auf Grund der Mittheilungen der Autoren die Zahl der Myotome zusammengestellt, wobei die eingeklammerten Zahlen solche Myotome bedeuten, bei denen keine Nerven gefunden wurden:
(*y*). *z*. *a*. *b*. *c*. *Lacerta* (HOFFMANN).
z. *a*. *b*. *c*. *Lacerta* (CHIARUGI, VAN BEMMELEN).
(*z*.) *a*. *b*. *c*. *Tropidonotus* (CHIARUGI?), *Larus* (VAN WIJHE), *Gallus* (v. W., CH., ich), *Cypselus* (CH.).
(*z*.) (*a*.) *b*. *c*. *Gallus* (FRORIEP, BÉRANECK, ich).
Der Vergleich mit den occipitalen und occipito-spinalen Nerven ergiebt bald die Zahl dieser grösser als die der Myotome (*Lacerta*, *Tropidonotus?*), bald sind beide gleich (*Lacerta*), bald übertreffen die Myotome die Nerven an Anzahl (*Lacerta*, Vögel). Dieser Wechsel hängt z. Th. von Altersabweichungen ab, z. Th. liegen auch generische Verschiedenheiten vor. Die weite Ausdehnung der hypaxonischen Muskulatur von *Ptychozoon* macht wahrscheinlich, dass hier noch mehr (5—6) Myotome angelegt werden.

3) Das ? an *x* rührt von mir her (vergl. auch Anm. 2 auf p. 498).

a. b. c. *Hatteria*, *Platydactylus*, *Lacerta* und andere Saurier; *Python* und wohl noch andere Ophidier; *Amyda*, *Chelonia*, *Chelydra*, *Chrysemys* (Humphrey); *Jacare*, *Crocodilus*, Embryonen von *Larus* (van Wijhe), *Gallus* (van Wijhe, Chiarugi, ich), *Cypselus* (Chiarugi), sowie erwachsene Exemplare von *Struthio* und *Anser*.

b. c. Möglicher Weise verschiedene Saurier und Chelonier, vielleicht und z. Th. wahrscheinlich gewisse Vertreter der Ophidier, Krokodile und Vögel.

Zu den occipito-spinalen Nerven gehörige dorsale Wurzeln existiren nur bei Embryonen und fehlen den ausgebildeten Thieren. Wie oben (pag. 499) erwähnt, wurden dieselben in der Ein- bis Dreizahl (c^d bis a^d, b^d c^d) von den Autoren gefunden, wobei aber z. Th. auch Verwechselungen mit den Wurzeln des Vago-accessorius, der als primordialer Gehirnnerv mit den vorliegenden Nerven spinaler Abkunft nichts zu thun hat, vorliegen. Die Existenz von c^d konnte ich bei Embryonen von *Ptychozoon* und *Lacerta*, von b^d, aber in Degeneration, bei *Ptychozoon* bestätigen.

Dass die occipitalen und occipito-spinalen Nerven ganz nach Art ventraler Spinalwurzeln in der Medulla entstehen und von ihr abgehen, ist durch frühere Untersuchungen gesichert und leicht zu erweisen. Interessant ist der durch Koch (1888) und namentlich Brandis (1893) gegebene Nachweis eines mehr dorsal gelegenen motorischen Kerns neben dem gewöhnlichen ventralen bei zahlreichen Vögeln (pag. 497); der erstere ist vermuthlich eine besondere Differenzirung der mehr dorsalen Ganglienzellen des gewöhnlichen Kernes und steht in seiner höheren Ausbildung vielleicht zu der grösseren Entfaltung des syringealen Muskelapparates (*Psittaci*, *Oscines*) in Korrelation. Darauf hingehende Experimente sind indessen noch anzustellen.

Der Abgang von *a*, *b* und *c* von der Medulla erfolgt ventral und ventro-caudal von dem Abgange des Vagus s. str. (excl. Accessorius Willisii) derart, dass *a* meist direkt unter (ventral), *b* und *c* etwas hinter (ventro-caudal) diesem Nerven sich von der Medulla ablösen; der Abgang von *b* kann aber auch direkt unter dem Vagusursprung (Ende oder selbst vorderer Theil desselben)[1]) stattfinden. Es zeigen somit die occipito-spinalen Nerven eine relative Lage zu dem Vagus *s. str.*, wie die occipitalen Nerven bei den Anamniern, — ein Verhalten, welches aufs Neue das wiederholt (p. 372, 376, 440, 445 f., 467) besprochene Vorrücken dieser spinalen Abkömmlinge dokumentirt und zugleich eine weitere neue Etappe in dem rostralwärts gehenden Vorschieben derselben darstellt; die occipito-spinalen Nerven der Anamnier liegen stets hinter dem Niveau des Vagus. Die bei Embryonen vorkommenden Rudimente occipitaler Nerven (*y*, *z*) gehen ventral, *y* sogar ventro-rostral vom Vagus von der

1) Bezüglich der näheren Details — der Abgang von *y* kann bei einzelnen Sauriern (*Agama*, *Istiurus*) selbst dem Anfange des Vagusursprunges entsprechen — verweise ich namentlich auch auf die Abbildungen von Fischer (1852).

Medulla ab, verhalten sich somit annähernd wie *v* und *w* bei den Notidaniden; *a*, *b* und *c* dagegen liegen hinter (ventro-caudal) von dem Vagus. Somit giebt sich auch hier während der ontogenetischen Entwickelung ein Vorwärtsrücken der occipito-spinalen Nerven zu erkennen.

Wie bereits oben (pag. 497) angegeben, zeigt der Vagus s. l. (Vago-accessorius) einen relativ sehr weit caudalwärts erstreckten Ursprung von der Medulla, indem er bei verschiedenen Vertretern der Sauropsiden sich caudal von den occipito-spinalen Nerven bis in das Gebiet des 1. bis 3. freien Spinalnerven — zwischen dessen ventrale und dorsale Wurzeln (soweit letztere vorhanden sind) — erstrecken kann. Verschiedene, oben angeführte, Autoren sind dadurch zu dem irrigen Schlusse veranlasst worden, auch den Accessorius auf Spinalnerven zurückzuführen. Da die von diesem hinteren (caudalen) Theile des Vago-Accessorius, dem Accessorius Willisii (resp. dessen Ramus posterior s. externus), versorgten Muskelelemente (cerebrale Antheile des M. trapezius + sterno-cleido-mastoideus) bei den Sauropsiden recht schwach entwickelt sind (vergl. meine bezüglichen Untersuchungen 1874, 1875, 1888), ist dieser bis in das Gebiet der Medulla spinalis reichende Ursprung weniger auf eine aktive, caudalwärts sich ausdehnende Vermehrung der motorischen Ganglienzellen des Accessorius, als vielmehr auf ein rostralwärts gehendes Vorschieben des gesammten Komplexes der occipito-spinalen und spinalen Ursprünge zurückzuführen.

Der Durchtritt von *a*, *b* und *c* durch den Schädel findet durch drei oder zwei gesonderte Oeffnungen statt, welche ventral von dem Foramen pro vago liegen. Finden sich nur zwei Oeffnungen, so gehen *a* und *b* gemeinsam durch die erste; *a* kann aber auch reducirt sein (pag. 502). Bei *Python* (Taf. VII Fig. 16) liegt der Kanal für *a* + *b* in grösster Nachbarschaft zum Vaguskanal; den von Wiedersheim bei *Emys* angegebenen gemeinschaftlichen Durchtritt mit dem Vagus fand ich bei den von mir untersuchten Exemplaren nicht; stets lagen die beiden Foramina pro hypoglosso ziemlich weitab von der Vagusöffnung. In der Regel befinden sich die Oeffnungen für die occipito-spinalen Nerven in einer mehr oder minder grossen Entfernung von dem Vagusloch und zwar in wechselnder Lage: die für *a* und *b* liegen meist ventral, selbst ventro-rostral (so besonders bei *Platydactylus* Taf. VII Fig. 15 und *Python* Taf. VII Fig. 16) von demselben, die für *c* befindet sich ventral (*Platydactylus*) oder ventro-caudal unter ihm (*Python*, *Chelydra*, *Jacare*); *Hatteria* und die untersuchten Vögel nehmen eine mittlere Stellung ein (vergl. Taf. VII Fig. 15—19). — Auch in dieser Lage drückt sich die Vorwärtswanderung der occipito-spinalen Nerven auf das Deutlichste aus; bei den Anamniern zeigen die Oeffnungen für die occipitalen Nerven, bei den Notidaniden selbst die für die beiden vordersten derselben (*v* und *w*) eine ähnliche oder nicht einmal eine ganz so weit rostralwärts gerückte Lage zum Foramen pro vago wie hier die occipito-spinalen Nerven. Es ist somit z. B. bei *Platydactylus* der erste occipito-spinale Nerv (*a*) um 5 Metameren weiter rostralwärts gerückt, als er sich ursprünglich bei den *Hexanchus* oder *Heptanchus* entsprechenden (d. h. hinsichtlich des Verhaltens der occipitalen und pinalen Nerven ihnen gleichstehenden) Vorfahren befand.

Die einzelnen occipito-spinalen Nerven *a*, *b* und *c* vereinigen sich mit einander zu einem Stamme, an dessen Bildung sehr häufig auch Theile des ersten oder der beiden ersten Spinalnerven Antheil nehmen. Diese Verbindung entspricht dem Plexus cervicalis der Anamnier; der Wechsel in der Antheilnahme der Spinalnerven ist ein beträchtlicher selbst bei ganz nahe verwandten Thieren und innerhalb der Species. Zum Belege dafür mag die folgende Zusammenstellung auf Grund der Untersuchungen früherer Autoren und eigener Beobachtungen dienen[1]):

a b. c. *Hatteria* (Taf. VIII Fig. 13)[2]), *Anser* indiv. (Taf. VIII Fig. 15), *Anas*.

(*a*) *b. c.* *Jacare* (Vogt), *Alligator* (Fischer), *Crocodilus* (Fischer).

a. b. c. 1. *Platydactylus* (Fischer, ich), *Lacerta* (Chiarugi, van Bemmelen, ich) *Tropidonotus* Embryo (Chiarugi); *Amyda*, *Jacare* (Taf. VIII Fig. 14); *Struthio*, *Anser* indiv.

(*a*) *b. c.* 1. *Lacerta* (Vogt, Fischer), *Istiurus* (Fischer), *Agama* (Fischer), *Salvator* (Fischer), *Chamaeleo* (Fischer), *Amphisbaena* (Vogt, Fischer), *Python* (Vogt), *Crotalus* (Bichoff); *Chelone* (Bendz); *Botaurus*, *Grus* (Bonsdorff, ich[3]), *Gallus* (Chiarugi), *Cypselus* (Chiarugi), *Corvus* (Bonsdorff), *Pastor*, nicht näher bezeichnete Vögel (Gadow).

(*a*) *b. c.* 1. 2. *Lacerta* (van Bemmelen), *Iguana* (Fischer, van Bemmelen), *Varanus* (Vogt, Fischer); *Chelone* (Vogt); nicht näher bezeichnete Vögel (Gadow).

Bezeichnet man hierbei, in Anpassung der Nomenklatur der menschlichen Anatomie, die Summe der occipito-spinalen Nerven *a*, *b* und *c* als N. hypoglossus[4]), dagegen diejenige der sich mit ihm vereinigenden freien Spinalnerven 1 und 2 als N. cervicalis descendens (superior und inferior), so besteht der Plexus cervicalis bei den in den beiden ersten Reihen angeführten Thieren lediglich aus dem Hypoglossus, bei den übrigen aus dem Hypoglossus + Cervicalis descendens.

Die Vereinigung der einzelnen Wurzeln kann theilweise schon während des Durchtrittes durch den Schädel erfolgen; gewöhnlich findet sie erst nach dem Austritte aus demselben statt. Auch die Art der Ansabildung ist eine recht mannigfaltige; meist verbinden sich die occipito-spinalen Nerven zuerst unter einander und nehmen dann erst die spinale Wurzel auf; aber auch die frühere Verbindung von *c* + 1, dem sich erst danach *b* beigesellt, kommt nicht selten (namentlich bei Sauriern) zur Beobachtung. Bei *Platydactylus* und *Iguana* fand Fischer, dass zuerst die beiden vorderen und die beiden hinteren Wurzeln des Plexus sich vereinigten

1) Die Existenz oder Nichtexistenz von *a* ist hierbei, wie ich schon oben (p. 502) betont, nicht immer gesichert. Ich habe dies in der Uebersicht durch (*a*) ausgedrückt.

2) Bei *Hatteria* bilden Aeste von 1 und 2 einen zweiten Plexus, der die mehr caudalen Abschnitte der hypobranchialen Muskulatur versorgt.

3) Bei *Grus cinerea* verästelt sich eine von 2 und 3 gebildete Ansa in den caudalen Abschnitten der hypobranchialen Muskulatur.

4) Diese Bezeichnung deckt sich übrigens (namentlich wegen der Versorgung der Anfänge der Nackenmuskulatur bei den Sauropsiden) nicht vollkommen mit dem menschlichen Hypoglossus; des Weiteren verweise ich auf den Text dieser Arbeit.

und dass erst darauf die so gebildeten Ansen in Verband traten. — Anastomosen mit Glossopharyngeus, Vagus und Sympathicus, z. Th. von grosser Intimität, erschweren sehr oft die genauere Erkenntniss der Plexusbildung. Häufig, sowohl bei Reptilien wie bei Vögeln, bildet ein Zweig des Vagus eine vorderste Wurzel des Plexus und bleibt ihm in mehr oder minder langer Strecke verbunden; doch gelingt es bei einiger Sorgfalt stets, ihn von dem ächten Plexus abzulösen und in das Gebiet des Pharynx zu verfolgen. Im Uebrigen verweise ich auf die oben (p. 499) citirte Litteratur.

Die bei den Dipnoern (p. 476) und Amphibien (p. 491) noch in den ersten Anfängen befindliche Emancipation des Plexus cervicalis von dem Plexus brachialis ist bei den Sauropsiden perfekt geworden. Zu Folge der Reduktion des Kiemenapparates und der caudalwärts erfolgten Wanderung der vorderen Extremität ist einerseits der Bogen des Plexus cervicalis (Hypoglossus resp. Hypoglossus + Nervus cervicalis descendens) dem Kopfe näher gerückt, andererseits aber die Versorgung der vorderen Extremität durch mehr caudale Spinalnerven übernommen worden als bei den Dipnoern und Amphibien; zwischen beiden Geflechten liegt zumeist eine mehr oder minder grosse Anzahl von Nerven, welche sich an keinem von beiden betheiligen; nur bei *Amphisbaena* und gewissen Ophidiern stossen der Plexus cervicalis und die als Rudimente des Plexus brachialis angesprochenen, übrigens auch nicht vollkommen gesicherten Ansen zusammen.

Es gilt auf Grund fremder und eigener Untersuchungen[1]) das Folgende:

Plexus cervicalis.

(*a*) *b*. *c*.	Krokodilier, einige Vögel.
(*a*) *b*. *c*. 1.	Meist Saurier, Ophidier, Chelonier, meiste Vögel.
(*a*) *b*. *c*. 1. 2.	*Hatteria*[2]), einige Saurier incl. *Amphisbaena*, *Chelone*, *Crocodilus*?, mehrere Vögel.
(*a*) *b*. *c*. 1. 2. 3.	*Grus*[2]).

1) Hinsichtlich des Details, namentlich des Plexus brachialis, verweise ich auf meine Untersuchungen (1874, 1875, 1879, 1888), sowie auf diejenigen von von Ihering (1878) und Carlsson (1886). (*a*) bedeutet variabel resp. nicht sicher erwiesen.

2) Bei *Hatteria* und *Grus* bilden 1 + 2 resp. 2 + 3 eine besondere Ansa cervicalis (s. p. 506 Anm. 2 u. 3).

Plexus brachialis[1]).

2. 3. 4.	*Amphisbaena*; *Coronella* (VON IHERING), *Enygrus* (CARLSSON).
3. 4.	Mehrere Ophidier (CARLSSON).
3. 4. 5.	*Anguis.*
3. 4. 5. 6. (7)	*Chamaeleo.*
4. 5.	*Bungarus* (CARLSSON).
4. 5. 6.	*Pseudopus*, *Pygopus* (CARLSSON).
5. 6. 7. 8. 9.	*Platydactylus.*
6. 7. 8.	*Trionyx.*
6. 7. 8. 9.	Meiste Saurier und Chelonier.
6. 7. 8. 9. 10.	*Hatteria*, *Emys* indiv. (VON IHERING).
7. 8. 9. 10.	*Draco* (v. IH.), *Stellio* (v. IH.), *Varanus*
7. 8. 9. 10. 11.	Krokodilier.
10. 11. 12. 13. 14.	*Cypselus.*
10. 11. 12. 13. 14. 15.	*Columba* indiv.
11. 12. 13. 14.(15) 12. 13. 14. 15.(16) 13. 14. 15. 16.(17)	Meiste Vögel.
14. 15. 16. 17.(18) 15. 16. 17. 18.(19) 16. 17. 18. 19.(20) 17. 18. 19. 20. (21)	*Ratiten* (excl. *Apteryx*), *Podiceps*, *Steganopodes*, meiste *Anseres*, *Pelargi*, *Grues*, *Crypturus*, *Opisthocomus.*
22—26.	*Cygnus atratus.*

Während oder nach der Plexusbildung verläuft der Plexus cervicalis (Hypoglossus resp. Hypoglossus + Cervicalis descendens) in einem ziemlich flachen Bogen ventralwärts (meiste Sauropsiden) oder ventro-caudalwärts (viele Vögel), wobei er oberflächlich an den Nn. glossopharyngeus, vagus und sympathicus vorbeizieht und mit ihnen in mehr oder minder innigem bindegewebigen Verbande stehen kann. Während dieses Verlaufes giebt er zuerst, meist von seinen einzelnen Wurzeln in sehr

1) Die eingeklammerten Zahlen drücken ein variables Verhalten der betreffenden Plexuswurzeln aus.

wechselnder Weise abgehend[1]), Zweige an die ersten Myomeren der Rumpfmuskulatur (Nackenmuskulatur) ab und theilt sich schliesslich in der Regel in einen Ramus ascendens, der sich in die Gegend des Zungenbeines und des Kehlkopfes begiebt, und einen R. descendens, der sich unterhalb des Hyoids und des Larynx bis herab zum Ende des Halses, u. A. auch in Trachea und Syrinx, verästelt. Beide Endzweige sind reine Muskeläste, welche die zwischen Schultergürtel und Unterkiefer gelegenen ventralen Längsmuskeln (hypobranchiale spinale Muskeln) versorgen. Ob diese Muskeln ausserdem noch von mehr caudalen Cervikalnerven separate Zweige empfangen, wurde nicht weiter untersucht; wahrscheinlich ist es, soweit fremde und eigene, allerdings dafür unzureichende Beobachtungen vorliegen, nicht. — Durch die zur Rumpfmuskulatur gehenden Zweige der occipito-spinalen Nerven unterscheidet sich der Hypoglossus der Sauropsiden nicht unwesentlich von dem der menschlichen Anatomie, ein Unterschied, welcher auch von anderer Seite, z. B. von Gegenbaur, hervorgehoben worden ist. Der menschliche Hypoglossus entspricht nur demjenigen Theil des sauropsiden Nerven, welcher zu der ventralen Längsmuskulatur, speciell der Zungenmuskulatur geht. — In dem R. ascendens (Hypoglossus s. str.) finden sich vorwiegend die Elemente der occipito-spinalen Nerven, in dem R. descendens mehr diejenigen der spinalen Nerven. Eine genaue Sonderung beider Nervengebiete, die übrigens keine Schwierigkeit darbietet, wurde in den einzelnen Fällen nicht vorgenommen. Die ausserordentliche Variabilität in der Betheiligung der spinalen Nerven (s. p. 506) an der Bildung des Plexus cervicalis verleiht auch dem peripherischen Verhalten der Endäste einen ungemeinen Wechsel; so wird z. B. bei nahe verwandten Vögeln der R. descendens bald nur von occipito-spinalen Nerven (Hypoglossus), bald vorwiegend von diesen, aber auch von spinalen Nerven, bald überwiegend von letzteren gebildet[2]). Diese Fälle sind lehrreich, indem sie wieder zeigen, wie wenig gerade in diesem Systeme von Nerven deren peripherische Verbreitung für die Bestimmung der speciellen Homologien maassgebend ist.

Etwas an epibranchiale Muskeln Erinnerndes wurde bei den Sauropsiden ebenso wenig wie bei den vorhergehenden Abtheilungen gefunden.

Die hypobranchiale spinale Muskulatur oder die ventrale Längsmuskulatur erreicht bei den Sauropsiden den Höhepunkt specieller einseitiger

1) Namentlich von *c* kann selbst der überwiegende Theil zur Nackenmuskulatur gelangen.

2) Mit diesen Angaben stehe ich Corning (1895 p. 167) gegenüber, der bei Embryonen von *Lacerta, Anguis* und *Tropidonotus* eine konstante Zusammensetzung der Zungenmuskulatur aus den ventralen Fortsätzen der fünf ersten Myotome beschreibt und — zugleich unter Berufung auf Harrison's Untersuchungen an Teleostiern (1894) — auch bei Selachiern und Teleostiern die gleiche Myotomzahl für die Hypoglossus-Muskulatur hervorhebt. Ich kann nur annehmen, dass hier gerade eine Anzahl von Thieren untersucht wurde, bei denen sich durch einen wunderlichen Zufall die gleiche Anzahl von Myomeren für die betreffende Muskulatur fand. Uebrigens wird für *Tropidonotus* auch eine Verschmelzung von Theilen des 6. und 7. Myotomes mit der Zellmasse angegeben, welche von den vereinigten Hypoglossus-Muskelknospen caudalwärts gegen das Korakoid (?) auswächst (p. 168).

Differenzirung und bietet dabei eine Mannigfaltigkeit dar, welche ihre genauere Darstellung weit aus dem Rahmen dieser Arbeit heraustreten lassen würde. Darum seien nur einige Grundzüge gegeben.

Wenn auch nicht direkt ableitbar von den Muskeln der Amphibien, wird sie doch durch den Vergleich mit ihnen verständlich und mit den Bildungen bei den Selachiern in Verband gebracht. Ihre Besonderheit diesen gegenüber beruht vornehmlich 1) auf der noch weiter gegangenen Reduktion des visceralen Apparates, welcher ausser dem mandibularen und hyoidalen Bogen und seiner Copula meist nur umgebildete und der respiratorischen Funktionen entbehrende Reste des ersten Kiemenbogens (bei Sauriern und Cheloniern auch des zweiten Kiemenbogens) erhalten zeigt und damit die primären Beziehungen zur ventralen Muskulatur zum Theil verloren hat, 2) in der hohen Ausbildung der Zunge, des Larynx und der Trachea (incl. Syrinx der Vögel), womit diese Gebilde als sekundäre Insertionspunkte für gewisse Theile der hypobranchialen Muskeln mehr in den Vordergrund treten, 3) in der voluminösen und komplicirten Entfaltung des caudalwärts gerückten Schultergürtels, wodurch eine Verlängerung der in Frage kommenden Muskulatur und eine höhere Differenzirung ihres Ursprungs bedingt werden.

Den Mm. sterno-hyoidei superficialis und profundus der Amphibien (Urodelen) vergleichbar sind die zwischen Schultergürtel und Zungenbein erstreckten Muskeln, welche in äusserst mannigfaltiger Differenzirung und grösstem Wechsel von Episternum, Sternum, Clavicula, Korakoid resp. Prokorakoid, Scapula und Suprascapulare ihren Ausgang nehmend ventral und ventro-lateral von der Trachea nach vorn verlaufen und an dem Zungenbein, insbesondere an dessen Körper (Copula) und hinterem Horne (Branchiale 1) sich anheften, mit ihren tieferen Partien aber auch sekundäre Insertionen und Ursprünge an Larynx und Trachea gewonnen haben. Die oberflächliche Lage kennzeichnet bei den Sauriern ein mehr oder minder ausgedehnter Ursprung, die tiefe beschränkt sich meist auf das Episternum; erstere bildet somit in der höchsten Ausbildung den Episterno-cleido-omo-hyoideus superficialis, letztere den Episterno-hyoideus profundus. Der Ausfall dieser oder jener Ursprungspartien, sowie, bei Rückbildung des episterno-clavicularen Apparates, der Uebertritt der Ursprünge auf Sternum und Korakoid kann weitere Differenzirungen bedingen, welche sich im grössten Wechsel bei den Sauriern und anderen Reptilien finden und als Sterno-hyoideus superficialis und profundus, Cleido-hyoideus, Omo-hyoideus, Coraco-hyoideus, Procoraco-hyoideus bezeichnet wurden oder bezeichnet werden können[1]). Dass diese Muskeln von dem Coraco-hyoideus und dem Coraco-branchialis 1 der Selachier abstammen, geht aus den bei den Amphibien gemachten Ausführungen (p. 494) hervor. Bei den Krokodiliern existirt auch ein von Brustgürtel bis Mandibula erstreckter Sterno-maxillaris s. Coraco-maxillaris; ich möchte denselben indessen nicht als primordiales Homologon des Coraco-mandibularis der

1) Auch die Bezeichnungen Sterno-ceratoideus, Coraco-ceratoideus finden sich in der Litteratur und sollen die Anheftung an dem hinteren Horn des Zungenbeins ausdrücken. Es besteht kein Grund, sie beizubehalten.

Selachier, sondern als Verschmelzungsprodukt von Elementen der infrahyoidalen mit der suprahyoidalen Muskulatur auffassen. Aberrative Ursprünge und Insertionen der tieferen Lage (Episterno-hyoideus profundus der Rhynchocephalen und Saurier) an Larynx und Trachea finden sich bei Sauriern (Hyo-thyreoideus), Ophidiern (Hyo-laryngeus, Theile des Genio-laryngeus) und namentlich bei Vögeln (Hyo-thyreoideus, Hyo-trachealis, Sterno-trachealis, Cleido-trachealis etc.); bei Letzteren ist auch durch weitere Emancipation an der Bifurcatio tracheae eine besondere syringeale Muskulatur entstanden, welche bei den Psittaci, Pseudoscines und Passeres, namentlich aber bei den Oscines unter den Letzteren zur Ausbildung eines aus vielen Muskeln zusammengesetzten, von dem R. descendens innervirten Singapparates geführt hat. Bezüglich des Details aller dieser Verhältnisse verweise ich namentlich auf Hoffmann (1890), Gadow (1891) und meine früheren Ausführungen (1870, 1888).

Eine bei den Amphibien nicht specieller ausgebildete. im Wesentlichen auch aberrative Bildung ist der zwischen hinterem und vorderem Horn des Zungenbeines (Branchiale 1 und Hyoid) erstreckte kleine M. cerato-hyoideus der Sauropsiden[1]. Er leitet zu der suprahyoidalen Muskulatur über, für welche der M. genio-hyoideus als Ausgang dient. Dieser in der Litteratur mit sehr verschiedenen Namen bezeichnete Muskel erstreckt sich zwischen verschiedenen Theilen des Zungenbeines (Copula, Branchiale 1, Hyoid) und dem Unterkiefer, kann auch in zwei Partien zerfallen sein und (namentlich bei Chamaeleoniden, Ophidiern und Krokodiliern) mannigfache Zusammenhänge mit der infra-hyoidalen Muskulatur, sowie mit Larynx und vorderem Ende der Trachea darbieten; bei *Chamaeleo* und den Vögeln zeigt er eine besonders hohe und mannigfaltige Differenzirung.

Endlich hat sich aus dem suprahyoidalen Muskelgebiete die eigentliche Zungenmuskulatur entwickelt, für welche die überall vorhandenen Mm. hyoglossus und genioglossus die Grundlage bilden. Von ihnen aus wurde die weitere reiche Binnenmuskulatur der Zunge differenzirt und gewann insbesondere bei gewissen Abtheilungen der Saurier, insbesondere bei den Chamaeleoniden, sowie bei Ophidiern und Vögeln eine Entfaltung, welche von keinem anderen Wirbelthier übertroffen wird. Bezüglich dieser Verhältnisse sei namentlich auf Brücke (1852), Hoffmann (1890), Gadow (1891) und Kathariner (1895) verwiesen.

F. Mammalia.

Taf. VII Figg. 20—21, Taf. VIII Figg. 16—17.

Die Mammalia zeigen bezüglich der spino-occipitalen Nerven und der von ihnen versorgten Theile Verhältnisse, welche sich am meisten denen bei den Sauro-

1) Hierbei ist sehr wohl zwischen den vom N. hypoglossus und vom N. glossopharyngeus versorgten Muskeln gleichen Namens und benachbarter Lage zu unterscheiden.

psiden anschliessen, aber doch einige Besonderheiten zeigen, welche die gesonderte Behandlung rathsam erscheinen lassen.

An specielleren Arbeiten, sowohl in vergleichend-anatomischer wie in ontogenetischer Richtung, ist kein Mangel; namentlich das Verhalten bei dem Menschen wird mit einer Ausführlichkeit und Genauigkeit behandelt, welche theilweise diejenige aller sonstigen morphologischen Untersuchungen in diesem Gebiete bei Weitem übertrifft. Immerhin sind noch verschiedene Gebiete ziemlich ungenügend bearbeitet und manche Fragen bezüglich dieser Nerven unbeantwortet gelassen.

Auch hier soll nur das Hauptsächlichere und für die hier zu behandelnden Aufgaben Bedeutsamere in Kürze wiedergegeben werden. Aus der sehr zahlreichen Litteratur erwähne ich bezüglich der Kenntniss der centralen Verhältnisse der Nerven nur die Arbeiten von Stilling (1843), Roller (1881), Darkschewitsch (1885), Koch (1888), Schäffer (1889), Waldeyer (1889), Edinger (1892, 1896), Bechterew (1894), Turner (1894) und Cramer (1894), bezüglich der Wurzeln derselben Tiedemann (1821), Mayer (1832, 1836), Remak (1836), Leuret et Gratiolet (1839—56), Volkmann und Bidder (1840), Luschka (1856), Vulpian (1862), Chiarugi (1889), Kazzander (1891), Froriep und Beck (1895) und vor Allen Beck (1895), bezüglich der Ontogenese des Hypoglossus Froriep (1882—1886), dessen Untersuchungen dem betreffenden Arbeitsgebiete neues Leben zuführten, sowie His (1885—1888), Chiarugi (1889, 1892), Martin (1890, 1891), Zimmermann (1891—1893), bezüglich des Verlaufes und der peripherischen Verbreitung des Hypoglossus Bach (1834), Volkmann (1840), Longet (1849), Bischoff (1865), Holl (1876) und Rotgans (1886), bezüglich der von diesem Nerven versorgten Muskulatur Meckel (1829), Cuvier-Duméril (1838), Owen (1868), Macalister (1871), M. Fürbringer (1875), Gegenbaur (1875), Albrecht (1876), Krause (1880), Anderson (1881), Testut (1884) urd namentlich Leche (1889). Ausserdem verweise ich hinsichtlich der Verhältnisse beim Menschen auf die anthropotomischen Lehrbücher, von denen namentlich Henle (1879), Schwalbe (1881), Gegenbaur (1883—1895) und Rauber (1886) berücksichtigt wurden, hinsichtlich der specielleren Beschreibung bei Säugethieren auf die Handbücher der veterinären Anatomie (insbesondere Franck 1871, Leisering 1885, Ellenberger und Baum 1891), auf Krause (1884), sowie auf die zahlreichen monographischen Bearbeitungen gewisser Nerven- und Muskelgebiete einzelner Säugethiere, welche insbesondere von Leche (1888) citirt werden.

Ueber den centralen Ursprung des Hypoglossus existiren sowohl in den Lehrbüchern der menschlichen Anatomie und Neurologie als in separaten Abhandlungen zahlreiche Angaben, von denen diejenigen von Stilling (1843), Duval (1876), Henle (1879), Schwalbe (1881), Roller (1881), Gegenbaur (1883—95), Rauber (1886), Mingazzini (1890), Edinger (1892), Obersteiner (1892), Bechterew (1894), Turner (1894), Cramer (1894), Staderini (1895), namentlich aber von Koch (1888), Schäffer (1889) und Kölliker (1893) hervorgehoben seien. In denselben sind vorwiegend der Mensch, daneben auch Katze, Hund, Kaninchen, Kalb und andere Säugethiere berücksichtigt. Bezüglich der genaueren Litteratur verweise ich insbesondere auf die drei

zuletzt citirten Werke und auf Staderini. Alle Autoren sind darüber einig, das der sog. Stilling'sche Kern den eigentlichen motorischen Hauptkern repräsentirt. Er bildet einen ansehnlichen Ganglienzellen-Komplex, der sich hinten an Vorderhornreste anschliesst resp. die Fortsetzung der medialen Gruppe der Vorderhornzellen des Rückenmarks bildet (vergl. auch Owen 1868 p. 161) in der Länge der Hauptolive sich nach vorn erstreckt und hierbei sich von dem der Gegenseite successive etwas entfernt. Die ihn konstituirenden grossen Nervenzellen gleichen denen des Vorderhorns des Rückenmarks und lassen — gerade so wie diese die ventralen Wurzelfasern der Spinalnerven — die Wurzelfasern des Hypoglossus entstehen, welche in vorwiegend ventraler resp. ventro-lateraler Richtung die Medulla bis zu ihrem Austritte aus derselben durchsetzen. Beide Kerne stehen, wie Kölliker deutlich nachgewiesen hat und wie auch von anderen Autoren bestätigt worden, theils durch Kommissurenfasern unter einander, theils durch verschiedene motorische und sensible zuführende (centrale) Bahnen mit den vorderen Gehirnabschnitten und mit sensibeln Bezirken in Verband. Ob die Hypoglossus-Wurzeln auch zum Theil aus dem Kern der anderen Seite entstehen (partielle Kreuzung), wird von verschiedenen Autoren bejaht, von den meisten Neuern aber auf Grund guter Untersuchungen verneint (vergl. Koch, Schäffer, Mingazzini, Kölliker, Bechterew, Turner, Staderini). Ausser diesem Hauptkern hat Roller einen ventral von ihm gelagerten kleinzelligen Kern (Roller'schen Kern) als Ursprungsstelle von Hypoglossusfasern beschrieben; Forel (1891), Kölliker (1893) und Ramon y Cajal (1893) haben nachgewiesen, dass keine Hypoglossustheile von ihm ausgehen, Bechterew (1894) scheint ihn anzuerkennen. Der ferner von Duval beobachtete, grosszellige Kern (Duval'scher Kern, Noyaux antéro-latérales ou accessoires de Hypoglossus), dessen Elemente lateral und medial von den Durchtrittsstellen des Hypoglossus liegen, dürfte nach Kölliker nur zum kleinsten Theile in seinen medialen Elementen, nach Ramon y Cajal gar nicht in Frage kommen. Die hie und da beobachtete sensible Hypoglossus-Wurzel scheint ganz nach Art einer sensibeln Spinalnerven-Wurzel sich zu verhalten.

Der Kern des Hypoglossus ist demjenigen des Vago-Accessorius zum Theil recht benachbart; auch sind direkte Beziehungen resp. Verbindungen beider von verschiedenen Autoren (z. B. Stilling, Clarke, Dean, Laura, Roller, Vincenzi u. A.) angegeben worden; die Mehrzahl der späteren Untersucher leugnet dieselben aber, und wohl mit Recht. Den neuerdings von Staderini (1895) beschriebenen Ursprung eines zum Vagus ziehenden Wurzelbündels aus dem dorsalen Theile des Stilling'schen Kernes bin ich geneigt, dahin zu interpretiren, dass hier ein echter motorischer Vagus-Kern vorliegt, der dem Hypoglossus-Kern allerdings dicht anliegt und in dem feineren Verhalten seiner Ganglienzellen sehr gleicht. Wie wir durch Kölliker (1893 p. 238) wissen, stimmen auch die Nervenzellen des Accessorius (spinalis) ganz mit denen der motorischen Wurzeln der Spinalnerven überein; es ist somit aus dieser histologischen Gleichheit oder Ähnlichkeit kein Schluss auf die morphologische Zusammengehörigkeit der betreffenden Nervenkerne zu machen. Die relative Lage des Hypoglossus-Kernes zu dem Vago-Accessorius-Kern entspricht in der Hauptsache der Ausdehnung des speciellen motorischen Vagus-Kernes (also dem grösseren hinteren Theile des Nucleus ambiguus) und dem Anfange des Accessorius-Kernes (dem Kerne des sog. Accessorius vagi), wobei indessen die Angaben von Edinger und Kölliker etwas differiren.

Der benachbarte Nervus vago-accessorius setzt sich aus sensibeln und motorischen Wurzeln zusammen. Erstere, dem eigentlichen Vagus s. str. angehörig (sowie dem entsprechenden des Glossopharyngeus homodynam) und von seinem peripherischen Ganglion (Ganglion jugulare) beginnend, ziehen dorsalwärts zu dem dorso-lateral in der Medulla oblongata liegenden sog. sensibeln Hauptkern des Vagus und dorso-caudalwärts als absteigende Vaguswurzel oder Fasciculus solitarius in das dorsale Gebiet der Medulla spinalis. Letztere, dem gesammten Vago-Accesorius zuzurechnen, entspringen in grosser Ausdehnung von der ventro-lateralen Zellensäule der Medulla oblongata (Nucleus ambiguus, der zugleich mit seinem Anfange dem motorischen Antheile des Glossopharyngeus Ursprung giebt) und der Medulla spinalis (laterale Kerngruppe der Vordersäule,

vergl. Clarke 1865, Kölliker 1867, Roller 1881, Darkschewitsch 1885, Dees 1887, Waldeyer 1889) bis herab zum Gebiete des 5. bis 6. Spinalnerven und verlaufen von da in vorwiegend lateraler Richtung zur Oberfläche der Medulla, um dorsal von dem Hypoglossus und zwischen den dorsalen und ventralen Wurzeln der Spinalnerven auszutreten; die hinteren Ursprungsfasern haben hierbei eine mehr dorsale Lage als die vorderen (mehr rostralen). Allenthalben liegt die motorische Säule des Vago-Accessorius lateral von dem Kerngebiete des Hypoglossus und in der Hauptsache dorsal resp. dorso-lateral von demjenigen der ventralen Wurzeln der Spinalnerven. Die vordere (rostrale) Grenze des motorischen Vagus-Kernes entspricht, wie schon erwähnt, annähernd der vorderen Grenze des Hypoglossus-Kernes, die des eigentlichen Accessorius-Kernes wird verschieden angegeben (im Niveau des oberen Endes der motorischen Pyramidenkreuzung nach Roller, in der Mitte derselben nach Grabower (1894), am caudalen Ende der Olive nach Kölliker, am Anfange des letzten Drittels der Olive nach Darkschewitsch und Gegenbaur). Darkschewitsch und Grabower stellen den Accessorius dem Vagus durchaus gegenüber und leugnen jedwede Beziehung seines Kernes sowohl zu dem dorsalen als zu dem ventralen Kern des Vagus; nach Grabower p. 148) liegt zwischen dem Accessorius-Kern und dem motorischen Vaguskern ein Zwischenraum von weit über 800 Mikren, der von Elementen des Hypoglossus-Kernes (welcher die rostrale Fortsetzung bilde) eingenommen wird. Die Mehrzahl der Autoren, unter den Neueren insbesondere Gegenbaur (1883—95), Kölliker und Turner, vereinigen beide Nerven und lassen den Anfang des Accesorius aus dem hinteren Bereiche des Nucleus ambiguus hervorgehen. Insbesondere nach dem Vorgange[1]) von Willis (1664), Cl. Bernard (1851), Holl (1878) und Schwalbe (1881) wird zugleich der Accessorius Willisii in eine cerebrale und spinale Abtheilung (Accessorius vagi und Acc. spinalis Schwalbe) geschieden[2]) und danach — so vornehmlich von Kölliker (1893 p. 235 f.) — in seinem Ursprungskerne gesondert betrachtet: der cerebrale Kern repräsentirt theils den hinteren Theil des Nucleus ambiguus, theils einen in der lateralen Verlängerung desselben befindlichen nicht unbedeutenden Kern, der unter Umständen aus mehreren Abschnitten besteht und oft ziemlich nahe an die Oberfläche der Medulla oblongata heranreicht, der spinale Kern gehört der Medulla spinalis an und wird, wie bereits angegeben, von der lateralen Zellengruppe des Vorderhorns gebildet. Andere Autoren, namentlich Bendz (1836), Eckhard (1882) und Gegenbaur (1870—1896) legen auf diese Sonderung weniger Gewicht und fassen den Accessorius in sich und in Verband mit dem Vagus als einen mehr einheitlichen Nerven auf[3]).

Die allgemeine Zugehörigkeit des N. accessorius zu dem N. vagus wird von der überwiegenden Mehrzahl der Autoren anerkannt, aber nicht immer präcis zum Ausdruck gebracht. Dies gilt insbesondere für diejenigen Autoren (z. B. Stöhr 1881 p. 99 f., Béraneck 1884, 1887, Wiedersheim 1886 p. 333, 346, 1888 p. 179[4]), Martin 1891 p. 231[5]), Grabower 1894 p. 149), welche den Accessorius gleich dem Hypoglossus als einen „spinalen" Nerven resp. Abkömmling aus dem spinalen Nervensystem auffassen. Die namentlich von Gegenbaur (1870—95), Froriep (1882—1887), Sagemehl (1885 resp. 1891 p. 541), Wiedersheim (1893 p. 287) und Edinger (1896 p. 82)

1) Namentlich bezüglich der älteren diese Scheidung vertretenden Autoren verweise ich auf die von Rotgans (1886 p. 26 f.) gegebene litterarische Uebersicht.

2) Grabower leugnet überhaupt die Existenz eines dem Gehirn angehörigen Accessorius vagi.

3) Hierher gehören auch u. A. Valentin (1841 p. 512), Longet (1849 p. 203), Hirschfeld-Leveillé (1853 p. 124), Bischoff (1865 p. 30) und Rotgans (1886 p. 28), die namentlich auf Grund der mannigfachen Anastomosen zwischen den beiden Theilen des Accessorius Willisii die Zusammengehörigkeit derselben betonen.

4) In den Ausgaben der Vergleichenden Anatomie von 1886 und 1888 wird der Accessorius als echter Rückenmarksnerv, dessen spinale Natur klar vor Augen liegt, aufgefasst, in den Ausgaben von 1893 dagegen betont, dass die morphologischen Verhältnisse desselben nach vielen Beziehungen hin sehr dunkle seien. Mit beiden Aeusserungen bin ich nicht einverstanden; mir liegt die Zugehörigkeit des Accessorius zu dem motorischen Vagus-Kern klar vor Augen.

5) Martin rechnet den Accessorius als laterale Wurzel zu dem Gebiete des Glossopharyngeus, Vagus und der 7 ersten Cervikalnerven.

vertretenen Anschauungen hinsichtlich der vollkommenen Zusammengehörigkeit beider Nerven entsprechen am meisten den meinigen. CHIARUGI (1889 p. 221 f.) sondert auf Grund ontogenetischer Befunde den Accessorius spinalis gänzlich vom Acc. vagi ab; ersterer gehöre zu dem System der ventralen Wurzeln der Occipital- und Cervikalnerven, letzterer repräsentire einen Theil der ursprünglichen dorsalen Nervenleiste; auch sei der Accessorius spinalis eine den Säugethieren eigenthümliche Bildung, welche den Sauropsiden, die bloss einen Acc. vagi besässen, abgehe. Auch ZIMMERMANN (1891 p. 109) scheint den vorderen Theil des Accessorius genetisch von dem hinteren Abschnitte zu sondern[1]).

Aehnlich wie bei den Sauropsiden gehen auch bei den Säugethieren die Anschauungen der Autoren hinsichtlich der gegenseitigen Beziehungen des N. vago-accessorius und N. hypoglossus aus einander. Mehrere, so insbesondere HYRTL (1866 p. 831), GEGENBAUR (1871 p. 530), STÖHR (1881 p. 99 f.), WIEDERSHEIM (1884 p. 124, 125, 1888 p. 177, 178, 1893 p. 281[2])) GASKELL (1886 p. 75), PHISALIX (1887 p. 244)[3]), HIS (1887 p. 401), RABL (1889 p. 223 ff.), CHIARUGI (1889 p. 221 f.), ZIMMERMANN (1891 p. 109), GRABOWER (1894 p. 149) u. A., bringen beide Nerven in einen näheren Verband zu einander, während die Meisten, z. B. HUXLEY (1864 p. 65, 1871 p. 75), BALFOUR (1881 p. 412), FRORIEP (1882—1886, insbesondere 1885 p. 51), GEGENBAUR (1883—1895), DOHRN (1884—1890), BEARD (1885 p. 143), MC. MURRICH (1885 p. 150), SAGEMEHL (1885 resp. 1891 p. 539 f.), VAN BEMMELEN (1889 p. 250), GASKELL (1889 p. 181), MARTIN (1891 p. 229) u. v. A., einen mehr oder minder scharfen Gegensatz zwischen ihnen betonen[4]). Ich vertrete gleichfalls die Heterogenität beider Nerven.

Der Abgang des N. hypoglossus von der Medulla oblongata erfolgt mit einer wechselnden Zahl von Wurzelbündeln ventral resp. ventro-caudal von demjenigen des Vagus s. str. zwischen Pyramiden und Oliven; zwischen ihn und den Vagus schieben sich die Oliven ein. Die relative Lage zu dem Vagusabgange in rostro-caudaler Richtung wird sehr wechselnd und zum Theil auch bei derselben Species sehr widersprechend angegeben. Die am meisten rostrale, d. h. in der Hauptsache ventral vom Vagus zeigen *Equus* (LEURET et GRATIOLET 1839-57 Taf. IX), *Felis domestica* (L. Gr. Taf. V), *Rhesus nemestrinus* (TIEDEMANN 1821 Taf. I Fig. 5), *Homo* (L. Gr. Taf. XVII;

1) ZIMMERMANN unterscheidet auf Grund ontogenetischer Untersuchungen am Kaninchen und am Menschen im Kopfbereiche 17 Encephalomeren, deren 4 letzte (14—17) ursprünglich spinaler Natur seien und erst sekundär als spino-cerebrale Theile dem Gehirn resp. Schädel assimilirt werden. Von dem 11. ab steht jedes dieser Encephalomeren mit dorsalen, lateralen und ventralen Nervenwurzeln in Verband, und zwar gilt für die hier in Betracht kommenden Folgendes: 12 hat als dorsale Wurzel den Glossopharyngeus, als laterale einen nicht näher bezeichneten Nerven, als ventrale ein erstes Homodynamon spinaler motorischer Wurzeln, das hinter dem Glossopharyngeus dorsalwärts verläuft; 13 empfängt als dorsale Wurzel den eigentlichen Urvagus, giebt als laterale den Anfang des Accessorius und als ventrale ein zweites Homologon spinaler motorischer Wurzeln ab, das hinter dem Vagus sich dorsalwärts wendet. Die folgenden 4 spino-cerebralen Encephalomeren (14—17) besitzen dorsale Wurzeln, welche z. Th. (14—17) den Vagus, z. Th. (16—17) zwei vergängliche dorsale Ganglien des Hypoglossus bilden, laterale Wurzeln, welche den Accessorius repräsentiren, und ventrale, aus denen sich der motorische Hypoglossus zusammensetzt. Auf Grund dieser Darstellung wird somit von unserem Autor ein dem primordialen Cerebrum angehöriger vorderer Antheil (12 und 13 und ein demselben erst sekundär aus der Medulla spinalis assimilirter hinterer Antheil (14—17) des ventralen Wurzelgebietes unterschieden. — Nach Ursprung erinnern die 12 und 13 angehörigen Theile sehr an die ventralen Vaguswurzeln (Occipitalnerven) der Selachier; der dorsal gehende Verlauf derselben bietet auch nichts Befremdendes dar, indem Aehnliches wenigstens an von dem Plexus ausgelösten Occipitalnerven der Haifische zur Beobachtung kam.

2) So meist auf den von WIEDERSHEIM mitgetheilten Nerventabellen. Gleichzeitig aber giebt W. an, dass der Hypoglossus spinaler Abstammung sei (1884 p. 129, 1893 p. 290), dass sich seine Umwandlung in einen Gehirnnerven so zu sagen vor unseren Augen noch jetzt abspiele (1893 p. 290) und dass er nichts mit dem Vagus zu schaffen habe (1883 p. 347, 1888 p. 333).

3) PHISALIX betont den gleichen Ursprung des Hypoglossus und Accessorius von der Medulla und den weiteren abweichenden Verlauf; er bringt Ersteren sowohl zu dem Vagus als zu dem ersten Cervikalnerven in Beziehung.

4) Eine mehr vermittelnde Stellung nimmt VAN BEMMELEN ein, indem er gewisse Beziehungen zwischen Accessorius und Hypoglossus anerkennt.

Beck 1895 p. 266 f. [1]); ihnen schliessen sich *Hyperoodon* (Kükenthal und Ziehen 1889 Taf. V), *Phoca* (K. Z. Taf. XIII), *Lutra* (L. Gr. Taf. VI), *Canis vulpes* (L. Gr. Taf. IV), *Felis leo* (L. Gr. Taf. V)., *Dasyprocta* (Tied. Taf. IV Fig. 12) an, wo der Anfang des Hypoglossus-Ursprunges im Niveau der hinteren Hälfte des Vagus-Abganges sich findet; bei *Ovis* (L. Gr. Taf. VII), *Cervus capreolus* (L. Gr. Taf. X), *Ursus arctos* (L. Gr. Taf. VI.), *Lemur mongoz* (Tied. Taf. IV Fig. 2), *Cynocephalus sphinx* (L. Gr. Taf. XV.) fällt der Beginn des Hypoglossus mit dem Ende des Vagus s. str. zusammen; weiterhin entspringt der Hypoglossus hinter (caudalwärts von) dem Niveau des Vagus, und zwar bei *Beluga leucas* (K. Z. 1889 Taf. XII), *Bos* (L. Gr. Taf. VIII), *Mustela furo* (L. Gr. Taf. VI), *Nasua* (Tied. Taf. IV Fig. 6), *Canis familiaris* (L. Gr. Taf. IV), *Felis pardus* (L. Gr. Taf. V) in geringerer, bei *Phocaena* (L. Gr. Taf. XII), *Talpa* (Ganser 1882 Taf. XXVIII), *Lepus* (L. Gr. Taf. III), *Hystrix* (L. Gr. Taf. III), *Phoca* (Tied. Taf. II. L. Gr. Taf. XI), *Felis leo* (Tied. Taf. III Fig. 4) in grösserer Entfernung davon. Von diesen Angaben sind namentlich die älteren Abbildungen von Tiedemann und Leuret et Gratiolet mit Vorsicht zu verwerthen; die grossen individuellen Differenzen mögen auch zum Theil auf Mängeln derselben beruhen.

Der N. accessorius erstreckt sich mit seiner letzten (am meisten caudal gelegenen) Wurzel fast immer erheblich weiter an der Medulla spinalis herab als bei den Sauropsiden. Darkschewitsch verlegt diese caudale Grenze beim Menschen konstant zwischen den 5. und 6. Cervikalnerven, Holl findet das gleiche Verhalten bei 26 unter den von ihm untersuchten 40 Fällen, während er 9mal ein Herabreichen nur bis zum 4., 3mal ein solches bis zum 3. und 2mal bis zum 7. Cervikalnerven beobachtete. Bei den anderen untersuchten Säugethieren bewegt sich — nach den übrigens z. Th. widersprechenden Angaben der Autoren — die hintere Grenze zwischen dem Niveau des 2. bis 7. Cervikalnerven; ein Ursprung in der Höhe des 2. Nerven wird von Bischoff (1882 p. 34—38) für *Mus sylvaticus* und *Putorius vulgaris*, in der Höhe des 3. Spinalnerven von dem gleichen Autor bei *Talpa*, *Muscardinus* und *Mus rattus* angegeben, während andererseits ein Herabreichen bis zum 6. resp. 7. Spinalnerven ebenfalls von Bischoff für *Sus*, *Capra*, *Bos*, von Franck (1871) und Leisering (1885) für *Equus caballus*, von Bischoff und Ellenberger (1891) für *Canis familiaris* notirt wird. Bei den anderen untersuchten Carnivoren (Bischoff) reicht er bis zum 5. resp. 6., bei *Myrmecophaga* (Pouchet 1874) und *Lepus cuniculus* (Bischoff, Krause 1884) bis zum 5. herab; Cl. Bernard (1851) lässt ihn bei *Bos*, *Equus* und *Felis domestica*, Gumoëns (1852) bei *Sciurus* bloss bis zum 3. resp. 4. Cervikalnerven sich erstrecken. Von diesen Angaben sind diejenigen, nach welchen der Accessorius bloss bis zum 2. bis 4. Cervikalnerven herabreichen soll, mit Vorsicht aufzunehmen; insbesondere beruht die von Bischoff angegebene Differenz zwischen *Putorius vulgaris* (2. Cervikalnerv) und *Mustela furo* (5. bis 6. Cervikalnerv) wohl zum Theil auf der Untersuchung von mangelhaften Präparaten.

Ueber die Zahl der (ventralen) Wurzeln des Hypoglossus finden sich die zuverlässigsten Angaben bei Beck (1895), der dieselben vom Abgang von der Medulla bis zum Durchtritt durch die Schädelwand verfolgte. Entscheidend für die Bestimmung derselben ist nicht die Anzahl der einzelnen Wurzelfäden, welche oft recht beträchtlich ist (10 bis 20 und mehr betragen kann), sondern das Zusammentreten derselben zu besonderen Wurzelkomplexen (Wurzelstämmen), die zumeist durch besondere Oeffnungen der Dura mater und häufig auch des Occipitale durchtreten. Aus diesem Grunde sind auch die Angaben und Abbildungen der meisten anderen Autoren, welche die Hypoglossus-Wurzeln nicht bis zu dem Eintritt in die Pachymeninx verfolgten, theilweise unbrauchbar; jedenfalls müssen diejenigen, welche dem Hypoglossus der erwachsenen Thiere mehr als drei Wurzeln zuschreiben resp. ihn so abbilden, von vornherein als zweifelhaft ausgeschieden

---

1) Beck stellt in dieser Hinsicht den Menschen, wo der Ursprung des Hypoglossus rostralwärts bis zum Pons Varoli reiche, den übrigen Säugethieren gegenüber, deren Hypoglossus meist wenig mehr als das caudale Drittel der Medulla oblongata einnehme. Bezüglich der mannigfachen und interessanten Details sei auf die Abhandlung selbst verwiesen.

werden[1]). Die Zahl dieser Wurzeln schwankt zwischen 3 bis 1. Und zwar finden sich drei Wurzeln nach Beck in der Regel bei *Sus*[2]), *Equus caballus* und *E. asinus*, den Ruminantia, sowie bei *Dasypus* und *Galeopithecus*; das Gleiche geben Leuret et Gratiolet (Taf. IX) und Leisering (1885 p. 765) für *Equus caballus* an, während die ebenfalls 3 Wurzeln reproducirenden Abbildungen von Tiedemann und Leuret et Gratiolet bezüglich *Canis*, *Felis leo* und *F. pardus*, sowie *Homo* wegen Mangels der Durchtrittsstellen durch die Dura mater nur als fraglich beigefügt werden können; bei *Hyperoodon* könnte man auf Grund der Abbildung von Kükenthal (1889 Taf. V) ebenfalls geneigt sein, 3 Wurzeln anzunehmen. Zwei Wurzeln giebt Beck bei Marsupialia, Cetacea, als individuelles Vorkommen bei *Dasypus novemcinctus*, als ausnahmsweisen Befund bei *Equus*, Ruminantia, *Talpa* und *Felis concolor* (einseitig), als regelmässige Beobachtung bei den Rodentia und Prosimiae, sowie als häufigeres Vorkommen bei den Chiroptera, Simiae und bei *Homo* an. Nach Leuret et Gratiolet scheinen auch *Bos*, *Felis leo* und *F. domestica*, sowie *Lepus cuniculus* hierher zu gehören, wie auch Schwalbe (1881) und Gegenbaur (1883—95) für den Menschen als die gewöhnlichere Zahl 2 angeben; Ganser (1882 p. 613) schreibt *Talpa* gleichfalls 2 Wurzeln als regelmässigeres Vorkommen zu und Kükenthal (1889 Taf. XII) bildet die gleiche Anzahl bei *Beluga leucas* ab. Eine Wurzel findet sich nach Beck bei *Echidna*, in der Regel bei den Carnivoren (incl. Pinnipedia) und den Insectivoren, ferner bei einigen Affen (individuelle Befunde bei verschiedenen Species von *Macacus*) und als minder häufiges Vorkommen bei *Homo*. Das Gleiche wird von Tiedemann, Leuret et Gratiolet für *Phocaena*, *Phoca*, *Nasua*, *Canis*, *Dasyprocta* und *Rhesus nemestrinus* angegeben resp. abgebildet. Auch antimerer Wechsel kam hierbei wiederholt zur Beobachtung (*Dasypus*, *Felis concolor*, 5 Individuen von *Homo* mit 2 Wurzeln auf der einen, 1 auf der anderen Seite). Im Allgemeinen wurden von Swan (1835 p. 169) 2 bis 3 und von Owen (1868 p. 162) als gewöhnlicher Befund 2 Wurzeln angegeben. Während des Durchtrittes durch den Schädel oder nach dem Austritte aus demselben verschmelzen die Wurzeln früher oder später zu einem Stamme. — Die Stärke dieser Wurzeln ist meist eine von vorn (rostral) nach hinten (caudal) zunehmende; doch werden nicht selten Ausnahmen erwähnt, wonach bei 3 Wurzeln die beiden vorderen oder die beiden hinteren gleich stark sind oder wo die zweite die dritte etwas an Dicke übertrifft, wie auch bei der Existenz von 2 Wurzeln die letzte so stark wie die erste oder selbst schwächer sein kann.

Nach meiner Nomenklatur deute ich alle 3 Wurzeln wie bei den Sauropsiden als occipito-spinale Nerven und bezeichne sie als a, b und c. Existiren bloss 2 Wurzeln, so kann es sich entweder um $a + b$ und c oder nur um b und c handeln, wobei jedoch die Angaben der Autoren nicht ausreichen, um zu entscheiden, wo die erste Wurzel der Summe von $a + b$ oder wo sie, unter Rückbildung von a, lediglich b entspricht; wahrscheinlich ist Ersteres bei den Vorkommnissen, wo die erste Wurzel so dick oder dicker als die letzte ist, womit jedoch nicht gesagt sein soll, dass eine schwächere erste Wurzel bloss b repräsentire. Da, wo nur eine Wurzel, d. h. ein einheitlicher Durchtritt durch eine Oeffnung der Dura mater beobachtet wird, mag es sich in der Regel um einen Zusammenhang von b + c, in einzelnen Fällen vielleicht auch um einen solchen von $a + b + c$[3]) handeln; aber auch hier genügen die vorliegenden Materialien nicht zur Entscheidung. Die Existenz von c allein dürfte höchst fraglich sein.

1) Dies gilt insbesondere für die Abbildungen von Leuret et Gratiolet, wonach bei *Ovis* (Taf. VII), *Ursus arctos* (Taf. VI) und *Homo* (Taf. XVII) 4, bei *Cervus capreolus* (Taf. X) 4 resp. 6, bei *Lutra* (Taf. VI) und *Canis vulpes* (Taf. IV) 5 und bei *Putorius furo* (Taf. VI) 6 Wurzeln zu erkennen sind.

2) Als seltenen Befund giebt Beck auch mehr als drei Abtheilungen von Nervenbündeln an, erwähnt aber nichts über die Art des Durchtritts durch harte Hirnhaut und Schädel, so dass weitere Schlüsse, ob es sich hier ausser den drei occipito-spinalen Nerven a, b und c auch noch um z handele, nicht zu ziehen sind.

3) Z. B. individuell bei *Ovis*, wo Beck (p. 288) auch einen gemeinsamen Durchtritt der Hypoglossus-Wurzeln durch die Dura mater beobachtete.

Dorsale zum Hypoglossus gehörige Wurzeln finden sich auch noch post partum bei zahlreichen Säugethieren. Auch hierfür verdanken wir Froriep und Beck die eingehendsten und ausführlichsten Angaben. Die Existenz einer zu der letzten ventralen Hypoglossus-Wurzel gehörigen dorsalen Wurzel (c^d nach meiner Nomenklatur) findet sich nach diesen Autoren bei *Sus scrofa*, bei der Mehrzahl der untersuchten Ruminantia (*Cervus capreolus* und *C. elaphus*, *Bos*, *Ovis*, nicht aber *Capra* [1]), vereinzelt bei *Equus* (einmal einseitig bei fünf Individuen von *C. caballus*, einseitig bei einem Individuum von *E. asinus*) und *Cavia cobaga* (bei einem von vier Individuen), sowie ziemlich regelmässig bei Carnivoren [2]), denen noch ein einmaliger zweifelhafter Befund bei *Delphinus delphis* angereiht werden kann; am besten war die dorsale Wurzel bei *Sus*, *Bos*, *Cervus capreolus*, *Viverra*, *Ursus* und *Canis familiaris* entwickelt. Diesen Befunden reihen sich die früheren von Mayer (1832 p. 744, 1836 p. 330) bei *Sus*, *Equus*, *Bos*, *Canis*, von Remak (1837 p. 151) bei *Canis*, von Volkmann und Bidder (1840 p. 501 f.) bei *Bos juv.*, von Luschka (1856 p. 62) bei *Sus*, *Bos*, *Lutra*, *Canis*, von Vulpian (1862 p. 7) bei *Bos*, *Canis*, *Felis*, von Kazzander (1891. B p. 447 f.) bei *Bos* und *Canis* an. Um sich mit der zugehörigen ventralen Wurzel zu vereinigen, muss diese dorsale Wurzel den N. accessorius kreuzen, und zwar verläuft sie hierbei in der Regel wie die dorsalen Wurzeln der Cervikalnerven an der dorso-lateralen Seite dieses Nerven, wobei sie entweder nur an ihm vorbeizieht oder mit ihm mehr oder minder innig verbunden ist, auch derart mit ihm verschmilzt, dass sie nicht ohne Weiteres bis zur ventralen Wurzel des Hypoglossus verfolgt werden kann; in seltenen Fällen wurde bei *Lutra*, *Putorius foetidus* und *Canis familiaris* auch ein Verlauf an der ventro-medialen Seite des Accessorius, also zwischen diesem und der Medulla beobachtet (Kazzander, Beck). Beim Menschen wurde ein einer dorsalen Wurzel resp. einem dorsalen Hypoglossus-Ganglion vergleichbares resp. verglichenes Gebilde von Santorini 1775 p. 28), Mayer (1832 p. 744, 1836 p. 330), Vulpian (1862 p. 7), Chiarugi 1888 p. 57) und Kazzander 1891 p. 444) je einmal (von Mayer zweimal) beobachtet; Beck (1895 p. 266—281) vermochte trotz genauester Untersuchung, wie viele andere Anatomen, nichts Derartiges aufzufinden und erkennt in seiner kritischen Besprechung nur den beiden von Chiarugi (zweijähriges Kind) und Kazzander (Erwachsener) beschriebenen Vorkommnissen die Bedeutung einer wirklichen dorsalen Wurzel des Hypoglossus zu [3]). — Eine zu der mittleren ventralen Hypoglossus-Wurzel gehörige dorsale Wurzel b^d wurde als sehr seltenes postembryonales Vorkommnis von Vulpian (1862 bei *Canis*, von Beck (1895 p. 285, 298) zweimal bei *Sus* und einmal bei *Canis* aufgefunden. — Auf die Inkongruenz in dem Vorkommen und der Ausbildung der ventralen und dorsalen Hypoglossus-Wurzeln, sowie auf ihre von der systematischen Stellung der untersuchten Säugethiere ziemlich unabhängige Existenz oder Reduktion macht Beck aufmerksam.

Auch die dorsale Wurzel des ersten Cervikalnerven (1^d) hat in ihren variabeln Beziehungen schon bei den ältern Untersuchern Interesse erregt und wiederholte Bearbeitung gefunden. Bei den meisten Thieren ist sie bald gut entwickelt, bald mehr oder minder rückgebildet; nicht selten ist sie auch vollkommen verkümmert. Damit bildet sie eine gewisse Parallele zu der letzten dorsalen Hypoglossus-Wurzel, welche ihr aber im Grade der Verkümmerung vorauseilt; bereits Joh. Müller (1837 p. 666) hat sie für die Vergleichung des Hypoglossus mit Spinalnerven verwerthet, und ihm sind bald darauf viele ältere Anatomen gefolgt. Genaueres über das Verhalten dieser dorsalen Spinalis-Wurzel theilen Kazzander (1891. A p. 221 f.), Froriep und Beck (1895 p. 694) und Beck (1895 p. 268 f.) auf Grund sehr umfangreicher Untersuchungen an Mensch und anderen Säugethieren mit (vergl. insbesondere des Letzteren Tabelle auf p. 333). Bei *Echidna*, *Hypsiprymnus* und mehreren Species der Genera *Cynocephalus* und *Macacus* wurde sie von Beck vermisst, desgleichen individuell resp. einseitig bei *Talpa*, verschiedenen Rodentia, *Vespertilio*, *Lemur*, zahl-

1) Bei *Capra* wurde c^d nur bei Foeten, aber nicht bei Erwachsenen beobachtet.

2) Hier nur bei 1 von 10 Exemplaren von *Canis* und einmal einseitig unter 5 Exemplaren von *Felis* vermisst.

3) Hinsichtlich der genaueren Verhältnisse verweise ich auf Beck.

reichen Affen und beim Menschen (hier bei 8% nach Kazzander, bei 9% nach Beck). Da, wo sie beim Menschen vorhanden war, zeigte sie nach beiden Autoren alle möglichen Grade der Ausbildung und Rückbildung, womit ein sehr wechselndes Verhalten gegenüber dem Accessorius (grössere oder geringere Selbstständigkeit und verschiedene Lage diesem gegenüber) Hand in Hand ging. In der Regel verlief sie wie die folgenden dorsalen Spinalnerven-Wurzeln dorso-lateral an diesem Nerven vorbei; einige Male aber perforirte sie ihn auch (Kazzander bei 3%) resp. ging ganz unselbstständig von ihm ab (Kazzander, Beck 3%)[1]), oder verlief partiell (Kazzander) oder total (Beck) ventro-medial von ihm (also zwischen *Medulla spinalis* und *Accessorius*) zu der ihr zugehörigen ventralen Wurzel; letzterer Verlauf wurde fünfmal unter 32 Fällen (also bei 16%) meist mit beträchtlicherer Rückbildung der dorsalen Wurzel beobachtet.

Auch über die ontogenetische Ausbildung des Hypoglossus der Säugethiere existiren mehrfache Untersuchungen (Froriep 1882—86) bei *Bos*, *Ovis*, *Homo*; His 1885 und 1888 bei *Homo*; Chiarugi 1889 und 1892 bei *Lepus cuniculus* und *Cavia;* Martin 1890 und 1891 bei *Felis domestica*; Kazzander 1891 bei *Bos*; Zimmermann 1891—1893 bei *Lep. cuniculus* und *Homo*). Danach fand Froriep bei Embryonen von Rind und Schaf 3 bis 4 ventrale Wurzeln[2]), von denen die letzte (1882 p. 282) resp. die beiden letzten (1885 p. 48, 1886 p. 133) noch zugehörige dorsale Wurzeln resp. Anlagen von Spinalganglien aufwiesen; während die letzteren (die dorsalen Wurzeln) sich rückbildeten, verbanden sich die ersteren (die ventralen Wurzeln) zu dem N. hypoglossus. Da beide (dorsale und ventrale Wurzeln) sich ursprünglich ganz so wie die dorsalen und ventralen Wurzeln der folgenden Spinalnerven verhielten, bezeichnete er die aus ihnen zusammengesetzten Nerven als Occipital-Spinalnerven (1886 p. 150) oder praecervikale Nerven (1883 p. 282). Die Zahl der Myotome betrug 3. Nach der von mir angewendeten Nomenklatur handelt es sich also hier um a^v, b^{vd} und c^{vd} (resp. z^v, a^v, b^{vd}, c^{vd})[3]) von denen b^d und c^d sich rückbildeten, dagegen a^v, b^v und c^v zum Hypoglossus sich verbanden. Bei Embryonen des Kaninchens fand Chiarugi (1889 p. 69) vier ventrale Wurzeln (z^v, a^v, b^v, c^v meiner Nomenklatur)[3]) und zwei dorsale (b^d, c^d)[4]), Zimmermann (1891 p. 111, 1892 p. 161) neben zwei letzten dorsalen sechs ventrale, von denen er die beiden ersten aber nicht zum Hypoglossus, sondern zu dem Glossopharyngeus und Urvagus (vergl. meine Anm. 1 auf p. 515) in nähere Beziehung bringt. Die wirkliche, selbstständige Existenz

1) Die Verbindung der dorsalen Wurzel des 1. Cervikalnerven mit dem Accessorius ist seit alter Zeit bekannt und wurde von den beiden oben genannten Autoren in vereinzelten Fällen so intim gefunden, dass diese selbst einen Ursprung von dem Accessorius angeben (Kazzander in 2%, Beck 1 mal unter 28 Fällen). Joh. Müller ist durch diese Beziehungen zu der Anschauung geführt worden, dass der Accessorius auch auf der Bahn der beiden Halsnerven, durch die bezüglichen Intervertebrallöcher, Fäden nach aussen abgebe (1840 p. 54). Ich kann weder die ersterwähnten Befunde stützen, noch die Anschauung Müller's theilen und vermuthe, dass eine in's Minutiöse durchgeführte Entwirrung der angegebenen Verbände doch zu einer klaren Scheidung der beiden Nerven führen wird.

2) Die Existenz von 4 Wurzeln wird nicht als sicher angegeben (1885 p. 16), da eine genaue Sonderung der ersten Wurzelbündel nicht gut möglich sei. Aus dem Umstande, dass die vordere (am meisten rostrale) Wurzel am meisten rückgebildet ist, schliesst Froriep mit gutem Rechte, dass früher vielleicht noch mehr Wurzeln als 3 vorhanden gewesen sein mögen (1882 p. 295).

3) Meine Zählung der betreffenden Hypoglossus-Wurzeln basirt auf der Auffassung, dass bei Sauropsiden und Säugethieren bezüglich der Reihenfolge die gleichen Verhältnisse bestehen und dass das occipito-cervikale Gelenk bei Beiden identisch, homolog ist. In dieser Hinsicht stehe ich ganz auf dem auch von Froriep (1886) vertretenen Standpunkte. Chiarugi (1889 p. 232—234) dagegen erblickt in den betreffenden Gelenken der Sauropsiden und der Mammalia nur homodyname Bildungen und kommt, indem er bei der Vergleichung namentlich den Reduktionsgrad der occipito-spinalen und ersten freien spinalen Nerven und insbesondere ihrer dorsalen Wurzeln in den Vordergrund stellt, zu der Anschauung, dass die beiden ersten freien Wirbel der Sauropsiden in den Säugethierschädel aufgenommen seien, somit der erste freie Wirbel der Mammalia dem 3. der Sauropsiden entspricht. Ueber diese Frage wird später noch des Weiteren zu handeln sein (vgl. p. 526).

4) Dass Chiarugi aus der dorsalen vom Vagus bis zum 2. Spinalnerven erstreckten Längskommissur den Sauropsiden und Säugethieren gemeinsamen Accessorius vagi, aus den ventralen Wurzeln der Occipital- und Cervikalnerven dagegen den den Säugethieren eigenthümlichen Accessorius spinalis ableitet, wurde schon oben (p. 515) erwähnt.

dieser Wurzeln vorausgesetzt, würde *Lep. cuniculus* somit nach letztgenanntem Autor drei occipitale (x^v, y^v, z^v) und drei occipito-spinale (a^v, b^{vd}, c^{vd}) Nerven anlegen, von denen aber die occipitalen und die dorsalen Wurzeln der occipito-spinalen im Laufe der Ontogenese sich rückbilden. Noch mehr Wurzeln beschrieb Chiarugi (1892 p. 58) beim Meerschweinchen, wo selbst sieben ventrale und zwei dorsale Wurzeln zur Entstehung kommen sollen; es würde sich also hier, die selbstständige Existenz dieser Wurzeln vorausgesetzt, um w^v, x^v, y^v, z^v, a^v, b^{vd}, c^{vd} handeln. Da aber allenthalben nur drei Myotome[1]), die zu *a*, *b* und *c* gehörenden, von den Autoren, soweit diese derselben überhaupt Erwähnung thun, angegeben werden, möchte ich es zunächst noch als diskutabel bezeichnen, ob *w*, *x* und *y* reelle Geltung zukommt[2]). Bei Embryonen der Katze beschrieb Martin (1891 p. 230 f.) mindestens fünf ventrale und fünf dorsale Wurzeln (y^{vd}, z^{vd}, a^{vd}, b^{vd}, c^{vd}), wobei die ventralen zuerst eine von vorn nach hinten abnehmende, dann aber zunehmende Dicke aufweisen, während die dorsalen bald verkümmern; Kopf-Myotome existiren drei. Auch diese Angaben weichen von allen bisher bei Amnioten bekannten Befunden ab. Hinsichtlich des Menschen sah Froriep (1882 p. 292) an den von ihm untersuchten älteren Embryonen ebenso wie Chiarugi (1889 p. 82) nur drei ventrale Wurzeln (a^v, b^v, c^v), vermisste aber jede dorsale; His (1885 p. 89. Fig. 62, 1888 p. 380, 381) fand dieselbe bei seinem Material in Gestalt eines rudimentären Ganglions ohne davon ausgehende Nervenfasern[3]); Zimmermann endlich (1891 p. 111, 1893 p. 216) beobachtete die gleichen Verhältnisse wie bei *Lepus* (sechs ventrale und zwei dorsale Wurzeln); über die Kopf-Somiten äussert er sich nicht. — Minot (1892 p. 656) bezeichnet es als wahrscheinlich, dass jungen Embryonen der Säugethiere vier ventrale und drei dorsale Wurzeln mit Ganglien zukommen. Speciellere Untersuchungen, auf denen diese Angabe basirt, werden nicht angegeben. — Den erwähnten Nerven und Myotomen entsprechen zugehörige Sklerotome (Occipitalbogen); doch fanden die darüber handelnden Autoren die vorderen stets rudimentär, in mit einander verschmolzenem Zustande sich anlegend, und konnten nur bei dem letzten, zwischen *c* und 4 (erster freier Cervikalnerv) liegenden Sklerotom dessen selbstständige Anlage als gesonderter Occipitalbogen, der erst im Verlaufe der Ontogenese mit dem vorderen Komplex verschmilzt, sicher konstatiren (Froriep 1886 p. 133, Chiarugi 1889 p. 71). — Eine successive Vorwanderung der Hypoglossus-Wurzeln während der Ontogenese zeigen die von Froriep gegebenen Abbildungen (1882 Taf. XVI), auf welchen Umstehend insbesondere Sagemehl (1885 resp. 1891 p. 540) aufmerksam gemacht hat.

Für die Homologisirung des Hypoglossus der ausgebildeten Thiere mit Spinalnerven gilt auch hier, abgesehen von den aus dem Vorhergehenden zu ziehenden Schlüssen, das bereits bei den Sauropsiden Angeführte (p. 499). Vertheidiger dieser Homologie sind die Meisten der eben erwähnten Embryologen (Froriep, Chiarugi, Martin, Kazzander, Zimmermann), ausserdem vornehmlich Joh. Müller (1838 p. 666), Hyrtl (1866 p. 831), Huxley (1871 p. 75), Gegenbaur (1871 p. 531 f., 1883—1895), Balfour (1878 p. 205), Wiedersheim (1883—1893), Dohrn (1885—1890), Mc. Murrich (1885 p. 159. 160), Sagemehl (1885 resp. 1891 p. 535), Beck (1895), Edinger (1896 p. 75, p. 347) und viele Andere. Insbesondere Müller und seine Schule, Hyrtl, Huxley u. A. betonen, dass der Hypoglossus eher zu den Spinalnerven als zu den Cerebralnerven zu rechnen sei. Unter den wenigen Gegnern dieser Anschauung nimmt wohl His den extremsten Standpunkt ein, indem er (1887 p. 450) erklärt: „Den Hypoglossus für einen Rumpfnerven zu

1) Martin erwähnt, dass Chiarugi 4 Myotome beschrieben habe. Vielleicht bezieht sich das auf die Abhandlung über *Cavia* (die mir nicht im Original zugänglich war); bei *Lepus* werden nur 3 Myotome von unserem Autor angegeben.

2) Vergl. auch meine bezüglichen Bemerkungen in dem Kapitel über die Sauropsiden (p. 498 Anm. 2).

3) Er bezeichnet es als Froriep'sches Ganglion und fügt hinzu, dass er keinen Grund sehe, dieses abortive Ganglion dem Hypoglossus zuzutheilen; eher noch dürfe man es als Ganglion des Accessorius bezeichnen. Am richtigsten aber sei es, wenn man dasselbe mit keinem der Kopfnerven in Beziehung setze, sondern kurzweg den Halsganglien zuzähle, deren Reihe es sich unmittelbar anschliesse. — Diesen Auffassungen kann ich nicht zustimmen.

erklären, halte ich laut meinen frühern Darlegungen für eine Willkürlichkeit, und als nicht minder willkürlich erscheint mir die Behauptung, dass die Zunge ihre Muskulatur dem Rumpfe entlehne." [1]) Ich theile vollkommen die von JOH. MÜLLER, HUXLEY, GEGENBAUR, BALFOUR, FRORIEP und den anderen genannten Autoren vertretene „Willkürlichkeit".

Bezüglich des Durchtrittes der einzelnen Hypoglossus-Wurzeln durch die Dura mater und den Schädel verweise ich auf das schon oben bei den Wurzelzahlen Angeführte (p. 516, 517); wie dort mitgetheilt, wurde ein Durchtritt dieser Wurzeln durch drei, zwei und eine Oeffnung der Dura mater, übrigens in einer selbst individuell und antimer recht wechselnden Weise, beobachtet. Den drei Oeffnungen in der Dura kann auch eine totale oder partielle Sonderung des Canalis hypoglossi des Os occipitale in drei Abtheilungen entsprechen (vergl. BECK bei *Capra* [indiv.], *Antilope, Tragulus*); häufiger findet sich nur eine Scheidewand resp. zwei Foramina hypoglossi, wobei zumeist (Ruminantia) die beiden letzten, seltener (*Galeopithecus*) die beiden ersten Wurzeln durch einen gemeinsamen Kanal hindurchtreten. Endlich können auch alle drei Wurzeln durch einen einzigen Kanal gehen oder sich im weiteren Verlaufe in einem solchen vereinigen; in diesen letzteren Fällen ist der Kanal zuerst (innen) noch getheilt, dann (aussen) einheitlich. Aehnliches gilt für die Fälle, wo die Hypoglossus-Wurzeln durch zwei Oeffnungen der Dura austreten; dann sind entweder zwei oder durch Rarefication der trennenden Scheidewand nur ein Canalis hypoglossi vorhanden [2]). Dem einheitlichen Durchtritte durch die Pachymeninx entspricht auch ein einheitlicher Knochenkanal. Die Weite der betreffenden Schädelöffnungen entspricht in der Regel der Dicke der durchtretenden Nervenwurzeln; bei *Ornithorhynchus* jedoch wurde ein unverhältnissmässig weites Foramen beschrieben (GIEBEL 1874 p. 25). Bei allen Marsupialia und Placentalia werden die Canales (Foramina) hypoglossi (For. condyloideum anterius) als gesondert von dem Foramen pro vago (For. jugulare) angegeben; *Echidna* (WESTLING 1889 p. 44; BECK 1895 p. 322) dagegen besitzt eine gemeinsame Oeffnung für den Durchtritt beider Nerven. — Allgemeinere Angaben über einfache oder doppelte Hypoglossus-Kanäle finden sich bei verschiedenen anderen Autoren, so z. B. bei OWEN (1868 p. 162, zwei Foramina bei manchen Marsupialia, eines bei den meisten Säugethieren), GEGENBAUR (1871 p. 532), GIEBEL (1874 p. 25) u. A. m. Bezüglich des Menschen giebt DEBIERRE (1895 p. 403) als Regel einen einheitlichen Canalis hypoglossi an; doch finde sich auch nicht selten (nach JABOULAY bei 15 %, nach LUCY bei 10 %, an Katakombenschädeln bei 15 %, an Lyoner Schädeln bei 21 %) eine Sonderung desselben in zwei, ja selbst nicht sehr selten („n'est pas très rare") eine solche in 3—4 Theile [3]).

Während oder nach dem Austritt aus dem Schädel verbinden sich die Wurzeln des Hypoglossus zu dem einheitlichen Hypoglossus-Stamm, der danach in der Regel mit den ersten Cervikalnerven (Rr. cervicales descendentes derselben) mehr oder minder entwickelte Anastomosen eingeht. Diese Ansenbildungen sind bei den Säugethieren noch wenig untersucht. Einen Verband mit dem ersten Cervicalis geben MACALISTER (1875 Taf. XXVI) bei *Myrmecophaga*, MAYER (1847 p. 50) bei *Elephas*, ELLENBERGER und BAUM (1891 p. 536) bei *Canis* an. Mit den zwei ersten Cervikalnerven verbindet sich der Hypoglossus nach POUCHET (1874 p. 74 u. 161) bei *Myrmecophaga* (N. sterno-glossus), nach LEISERING (1885 p. 760 u. 769) bei *Equus*, nach SCHNEIDER (1867 p. 11) bei *Lepus*, bei welchem einfache oder doppelte Rr. descendentes hypoglossi vorhanden seien.

1) Diese Verurtheilung der bezüglichen Auffassung unserer grössten vergleichenden Morphologen entspricht auch den sonstigen Anschauungen von HIS, wonach Kopf und Rumpf in ihrem visceralen Gebiete durch eine zwischen Schild- und Ringknorpel gelegte Grenzebene glatt getrennt werden und die von dem Gehirn ausgehenden Kopfnerven sekundär in die caudal von dieser Ebene gelegenen Rumpforgane einwachsen sollen. Ich brauche nicht besonders zu betonen, dass ich hinsichtlich aller dieser Anschauungen auf diametral entgegengesetztem Standpunkte stehe.

2) Hinsichtlich der Details verweise ich auf die Angaben von BECK, sowie u. A. auch auf KRAUSE (1884 p. 76) und ELLENBERGER (1891 p. 19).

3) Ob es sich hierbei wirklich um 3 oder 4 (?) Foramina für die einzelnen Wurzeln des Hypoglossus handelt oder ob auch Gefässlöcher eine Rolle dabei spielen, ist aus der kurzen Darstellung DEBIERRE's nicht ersichtlich.

Verbände mit dem dritten Cervicalis werden angegeben von Meckel (1826 p. 34) bei *Ornithorhynchus*, von Hyrtl (1855 p. 60) bei *Chlamydophorus*, von Krause (1884 p. 322) bei *Lepus*, von Rotgans (1886 p. 38) bei *Macacus sinicus*, von Vrolik (1841 p. 40) bei *Troglodytes*; hierbei wird indessen von Vrolik der erste, von Meckel, Hyrtl und Krause der erste und zweite Cervikalnerv nicht erwähnt. Gumoens (1852 p. 28) spricht bei *Sciurus* von einem Verbande des R. descendens hypoglossi mit cervikalen Aesten, ohne anzugeben, mit welchen. — Weiteres Detail über die Art der Ansenbildungen zwischen Hypoglossus und den Rr. descendentes cervicales theilen Volkmann (1840 p. 502f.) bei *Equus*, *Ovis*, *Bos*, *Lepus cuniculus*, *Felis lynx* und *F. domestica*, sowie Rotgans (1886 p. 38 ff.) bei *Macacus sinicus*, *Semnopithecus maurus* und *Troglodytes niger* mit; dieselben zeigen indessen nichts, was aus dem Rahmen der Verhältnisse beim Menschen herausginge.

Um so genauer sind die Beschreibungen der bezüglichen Verhältnisse bei dem Menschen, hinsichtlich welcher ich auf die Monographien von Bach (1834 p. 12f.), Volkmann (1840 p. 501), Longet (1849 p. 408f.), Luschka (1856 p. 62f.), Bischoff (1865 p. 32ff.) und namentlich Holl (1876 p. 82f.) und Rotgans (1886 p. 36), sowie auf die Lehrbücher der menschlichen Anatomie resp. Neurologie von Henle (1879), Schwalbe (1881), Gegenbaur (1883—95) und Rauber (1886) verweise; Holl und Rotgans zeichnen sich durch die eingehendsten Litteraturangaben und die genauesten und umfangreichsten Untersuchungen aus. Eine vollkommene Einigkeit über diese Verbindungen ist aber noch nicht erzielt. In der Regel verbinden sich die drei ersten Cervikalnerven unter einander und mit dem Hypoglossus zu einer mehr oder minder komplicirten und sehr wechselnden Plexusbildung, welche dem Plexus cervicalis (mihi)[1]) der niederen Wirbelthiere entspricht. Ausnahmsweise sollen auch der vierte und fünfte Cervikalnerv sich an diesem Plexus betheiligen können (Sömmering, Bach, Sappey, Rotgans); doch handelt es sich in diesen Fällen wohl mehr um Anastomosen mit abnorm verlaufenden Komponenten der Nn. supraclaviculares und des N. phrenicus. Ziemlich selten bilden die drei ersten Cervikalnerven einen gleichmässigen Plexus, der nur mit seinem oberen oder vorderen (rostralen) Bereiche sich anlagert; meist kann man einen oberen oder vorderen (rostralen), von dem ersten und zweiten Cervikalnerven gebildeten (R. descendens hypoglossi [Aut.] s. cervicalis descendens [Holl] s. cervicalis descendens superior [Schwalbe, Rauber]) und einen unteren oder hinteren (caudalen), von dem zweiten und dritten Cervicalis zusammengesetzten Theil (R. cervicalis ascendens [Holl] s. cervicalis descendens inferior [Schwalbe, Rauber]) unterscheiden; beide verbinden sich zur sogenannten Ansa hypoglossi und bilden zugleich den sogenannten N. descendens hypoglossi der älteren Autoren, welche Bezeichnungen aber nach den Untersuchungen und Angaben von Bach, Volkmann, Longet, Luschka, Bischoff, Holl und Rotgans, wonach sich Hypoglossusfasern an ihnen nicht betheiligen sollen, zweifelhaft, wenn nicht hinfällig geworden sind[2]). Henle verdanken wir die bessere Bezeichnung N. descendens cervicalis und Ansa cervicalis (profunda s. infrahyoidea). Der R. cervicalis descendens superior kann bald selbstständig, bald in der Scheide des Vagus verlaufen; in den weitaus meisten Fällen verbindet er sich mit dem Stamme des Hypoglossus, um sich erst nach kürzerem oder längerem Verlaufe mit verschiedenen Seitenästen von ihm abzuzweigen[3]). Der

1) Nicht zu verwechseln mit dem viel mehr Nerven enthaltenden Plexus cervicalis der menschlichen Anatomie.

2) Rotgans, der mit der grössten Vorsicht verfuhr, konnte an mehreren Präparaten den sicheren Nachweis liefern, dass der Hypoglossus sich nicht an dem Cervicalis descendens betheiligt, während andere Präparate keine sichere Entscheidung dafür brachten, aber jedenfalls auch nicht die Theilnahme des Hypoglossus bewiesen. His dagegen beschreibt und bildet bei menschlichen Embryonen wieder einen vom N. hypoglossus abgegebenen Ramus descendens (1888 p. 380 Taf. II Fig. 3, 4) ab. Es wird des Näheren noch zu untersuchen sein, ob und in wie weit die Embryonen in dieser Beziehung von den erwachsenen Stadien abweichen.

3) Besonderes Interesse hat ein erster Seitenzweig dieses R. descendens superior gefunden, der, nachdem er an den Hypoglossus herangetreten, centralwärts in dessen Scheide bis zu dem Foramen hypoglossi verläuft, von Hyrtl (1863 p. 95) zu den „Schlingen ohne Ende" gerechnet wird und nach Bischoff (1865 p. 32) vielleicht dem Sympathicus angehört, während Holl (1876 p. 87) ihn schliesslich an seinem Präparate in drei feine Endzweige zer-

R. cervicalis descendens inferior steigt zuerst nach unten oder hinten (ventro-caudalwärts) und dann in recurrentem resp. ascendentem Verlaufe nach oben oder vorn (ventro-rostralwärts), um sich mit dem R. descendens superior zu der genannten Schlinge zu verbinden; er lässt sich hierbei gewöhnlich bis zum Hypoglossus-Stamm verfolgen, so dass diesem nicht nur die Anfänge des R. cerv. desc. superior, sondern auch die Enden des R. cerv. desc. inferior angeschlossen sind. Alle diese aus den zwei bis drei ersten Cervikalnerven stammenden Nervenfasern verlassen aber schliesslich, als Rr. descendens cervicalis, thyreo-hyoideus und genio-hyoideus, wieder den Hypoglossus [1].

Ueber die Anastomosen des menschlichen N. hypoglossus mit Gehirnnerven handeln zahlreiche Monographien und Lehrbücher der menschlichen Anatomie, von denen insbesondere auf Arnold (1831), Bach (1834), Valentin (1841), Longet (1849), Bischoff (1865), Henle (1879), Schwalbe (1881), Gegenbaur (1883—95), Rotgans (1886), Rauber (1886), Kazzander (1891), Froriep und Beck (1895) und Beck (1895) verwiesen werde. Ueber die Verbindungen der dorsalen Hypoglossus-Wurzel mit dem Accessorius innerhalb des Wirbelkanals wurde schon berichtet (p. 519). Die peripherischen Anastomosen mit dem Vagus sind sehr wechselnde und beziehen sich weniger auf den N. hypoglossus selbst, als auf die mit ihm verbundenen Cervikalnerven; nicht selten erhält der N. descendens cervicalis durch dieselben Vagusfasern beigemengt, welche ihn aber im weiteren Verlaufe wieder als Rr. vasculares oder als R. cardiacus (sogenannter R. cardiacus hypoglossi s. descendentis) verlassen. Eine Anastomose des Glossopharyngeus mit dem R. descendens beschreibt Sutton (1884 p. 84) bei Troglodytes. Die Verbindungen mit dem R. lingualis nervi trigemini geschehen im Endgebiete des Hypoglossus, in der Zunge, führen aber zu keiner intimeren Vereinigung der beiden Komponenten. — Mit dem Sympathicus bestehen ziemlich regelmässige, einfache oder doppelte Ansenbildungen, die zum Theil die Bedeutung von Rr. viscerales des Hypoglossus besitzen, welche nach dem Ganglion sympathicum cranio-cervicale (cervicale primum) verlaufen, zum Theil auch von dem Ganglion in den Hypoglossus zurückkehrende vasomotorische Zweige desselben darstellen mögen.

Bezüglich der Beziehungen zu dem Plexus brachialis gilt in der Hauptsache das Gleiche wie bei den Sauropsiden. In der Regel wird der Plexus brachialis vom 5. bis 9. resp. 10. oder vom 6. bis 9. resp. 10. freien Spinalnerven gebildet [2]; Ersteres findet bei der überwiegenden Mehrzahl der untersuchten Säugethiere, Letzteres bei den meisten Ungulaten, bei verschiedenen Insectivoren (*Microgale*, *Potamogale*, *Chrysochloris*, cf. Dobson 1883 Taf. IX Fig. 10, Taf. XII Fig. 20 u. 22), sowie bei *Galeopithecus* (Leche 1886 p. 52) statt [3]. Nicht so selten wird aber auch eine Antheilnahme des vierten Cervikalnerven am Plexus brachialis angegeben, so bei *Ornithorhynchus* und *Echidna* nach Westling (1884 p. 28, 1889 p. 44) und Manners-Smith (1894 p. 710),

---

fallen sah, die sich unter Umkehrung ihres Verlaufes wieder peripherwärts wandten und den dem Hypoglossus angeschlossenen Hauptstamm des R. descendens superior verstärkten. Auch Rotgans (1886 p. 36, 37) hat diesen Seitenzweig, den er als „centraal in den N. hypoglossus verloopende verbinding met de eerste halszenuw“ aufführt, wiederholt untersucht und konnte ihn z. Th. in den Centralkanal zurückverfolgen, weshalb er geneigt ist, diesen Theil zu den „Schlingen ohne Ende“ zu rechnen. — Ich möchte erst noch weitere und sicher beweisende Untersuchungen abwarten, bevor ich der Annahme einer Schlinge ohne Ende zustimmen kann; bis dahin bin ich am meisten geneigt, mit Holl die Auffassung zu vertreten, dass es sich hier um Nervenfasern des 1. Cervikalnerven handelt, die schliesslich doch im N. cervicalis descendens superior peripherwärts verlaufen. Dass hierbei auch sympathische Fasern vorkommen mögen, will ich nicht beanstanden. Doch bedarf es auch hier weiterer Untersuchungen.

1) Nach Rotgans (1886 p. 41) sollen auch einige Fasern von ihm dem Hypoglossus bis zu dessen Endverzweigung in der genuinen Zungenmuskulatur angeschlossen bleiben.

2) Die sich hie und da findenden Angaben von einem erst mit dem 7. oder selbst 8. Cervikalnerven beginnenden Plexus brachialis (vergl. Swan 1835 und Owen 1868 p. 175, 176) beruhen wohl auf der Benutzung eines nicht mehr intakten Materiales.

3) Zweifelhaft erscheint auch die Angabe Swan's, wonach der Plexus brachialis von *Canis vulpes* und *Felis onca* erst mit dem 6. Cervikalnerven seinen Anfang nehme; bei den anderen untersuchten Species von *Canis* und *Felis* beginnt er mit dem 5. Cervicalis.

bei *Lagenorhynchus* nach Cunningham (1877 p. 217), bei *Erinaceus* nach Dobson (1882 p. 66 Taf. VII Fig. 4), bei *Cavia* nach Cunningham (1877 p. 216), bei *Macacus cynomolgus* nach Brooks (1883 p. 329), bei *Pithecus satyrus* nach Westling (1884 p. 1), sowie als häufige menschliche Varietät in den anthropotomischen Lehrbüchern. Es besteht somit allenthalben eine Sonderung des Plexus cervicalis s. str. von dem Plexus brachialis. Bezüglich weiterer Details verweise ich auf die Angaben von Swan (1835), Cuvier-Duméril (1836), Vrolik (1841), Gumoëns (1852), Hyrtl (1855), Owen (1868), Champneys (1871), Franck (1871), Pouchet (1874), Cunningham (1877 und 1878), v. Ihering (1878), Dobson (1882—1883), Brooks (1883), Krause (1884), Westling (1884 und 1889), Leisering (1885), Leche (1886), Ellenberger und Baum (1891), Parsons (1894), Manners-Smith (1894) und auf die Lehrbücher der menschlichen Anatomie.

Nach dem Austritte aus dem Schädel und nach der Verbindung seiner Wurzeln verläuft der N. hypoglossus des Menschen in einem ventralwärts resp. ventro-caudalwärts und danach ventro-rostralwärts strebenden Bogen (Arcus hypoglossi) zu seinem Endgebiete; er kreuzt hierbei den Vago-Accessorius, oberflächlich lateral an ihm vorbeiziehend, und liegt in seinem weiteren Verlaufe, bis er in die Zunge eindringt, dem hinteren Bauche des Musc. digastricus mandibulae und dem M. stylo-hyoideus an und zugleich caudal von der Arteria sterno-cleido-mastoidea. Die Lage dieser Arterie soll den bogenförmigen Verlauf des Hypoglossus einigermaassen reguliren und bei tiefer (mehr caudal) stattfindendem Ursprunge ihn auch von den erwähnten Muskeln abdrängen (Rotgans 1886 p. 34). Froriep (1883 p. 183, 1885 p. 48) erklärt den Arcus hypoglossi durch die vorhergehenden Visceralbogen, sowie durch die embryonalen sog. Kiemenspaltenorgane, welche verhinderten, dass er vorn (rostral) blieb, und ihn nach hinten schoben. Diese Anschauung koincidirt in der Hauptsache mit der schon früher (p. 441) erwähnten und in erster Linie von Gegenbaur begründeten Korrelation zu der nach hinten gerückten Kiemenregion oder macht einen wesentlichen Theil von ihr aus.

Hinsichtlich der motorischen Endäste des Hypoglossus der Säugethiere ist zunächst der Mangel von Zweigen an die Nackenmuskulatur hervorzuheben; dieselbe wird nur von Cervikalnerven versorgt. Die Verbreitung des Hypoglossus und der mit ihm verbundenen Rr. descendentes cervicales beschränkt sich sonach auf die Innervation der ventralen Längsmuskeln (hypobranchiale spinale Muskulatur). Hierbei übernehmen beim Menschen die Rr. descendentes die Versorgung der Zungenbeinmuskeln (Sterno-hyoideus, Omo-hyoideus, Sterno-thyreoideus, Thyreohyoideus und Genio-hyoideus), während die eigentliche Zungenmuskulatur vom Hypoglossus selbst innervirt wird. Ob diese Sonderung eine scharf durchgeführte ist oder ob auch geringgradige Vermengungen an den Grenzgebieten (theilweise oder totale Innervation des M. genio-hyoideus durch den N. hypoglossus, Betheiligung einzelner Nervenfasern der Rr. descendentes an der Versorgung der Zungenmuskulatur) vorkommen, ist noch nicht endgiltig ausgemacht; von den originellen Untersuchern der letzten Decennien tritt Holl (1876 p. 90), dem sich Schwalbe und Rauber anschliessen, für das Erstere, Rotgans (1886 p. 41. 42) für das Letztere ein[1]. Eine seltenere Varietät (Versorgung des oberen (rostralen) Bauches des M. omo-hyoideus durch den Hypoglossus) führt Valentin (1841 p. 521) an. — Alle anderen Angaben über die Innervation der Mm mylohyoideus, digastricus mandibulae, kerato-hyoideus etc. durch den N. hypoglossus oder die Rr. descendentes cervicales, welche sich u. A. in verschiedenen früheren Auflagen der vergleichenden Anatomie von Wiedersheim (1883—88), bei Ellenberger und Baum (1891 p. 536), sowie in einzelnen älteren Anthropotomien finden, sind als irrthümlich zu korrigiren (vergl. darüber auch Sagemehl 1885 resp. 1891 p. 536 Anm. 2); die genannten Muskeln werden von den Nn. trigeminus,

1) Namentlich die Versorgung des M. genio-hyoideus bildet noch einen Streitpunkt, insofern Holl (1876 p. 90) denselben lediglich durch Cervikaläste, andere Untersucher, wie z. B. Henle (1879 p. 498) und Krause (1880 III. p. 300), lediglich durch den Hypoglossus, Rotgans aber durch beide versorgen lässt.

facialis und glossopharyngeus versorgt. Ebenso ist die Angabe einer Innervation des M. styloglossus durch den N. facialis (Wiedersheim 1893 p. 226) richtig zu stellen; derselbe wird wie die anderen Zungenmuskeln von dem N. hypoglossus versorgt. — Ueber das embryologische Verhalten der hierher gehörigen Muskulatur beim Menschen und ihre Vertheilung nach den einzelnen Schlundbogen handelt am genauesten His (1885 p. 92. 93), lässt aber, bei seiner principiellen Nichtachtung der Bedeutung der Innervation, mit den echten ventralen Längsmuskeln auch die vom Trigeminus, Facialis, Glossopharyngeus und Vagus versorgten Muskeln dieser Regionen aus der gleichen Quelle entstehen; dem kann nicht gefolgt werden.

Wie bei den Sauropsiden ist auch beim Menschen eine ventrale Anastomose (Ansa suprahyoidea Hyrtl's) des rechten und linken Hypoglossus beobachtet worden (Coopmann 1789 § 156, Beck 1834 p. 10, Valentin 1841 p. 522, Luschka 1856 p. 76, Hyrtl 1865 p. 5, 1866 p. 831, Rotgans 1886 p. 42 u. A.). Sie wird gebildet durch einen rechten und linken Ast, die sich neben oder mit dem Ramus genio-hyoideus von dem Hypoglossus oder Cervicalis descendens (Holl) abzweigen, einander entgegenkommen und sich mit einander verbinden, wobei der rechte in die linke, der linke in die rechte Körperhälfte übergreift. Die vollkommene Entwirrung dieser Anastomose ist noch nicht geglückt; wahrscheinlich handelt es sich aber hier nicht um eine erste Kommissur oder Schlinge ohne Ende, sondern nur um eine chiasmatische Kreuzung, wobei die Endfasern vielleicht in den Rr. descendentes der Gegenseite weiter verlaufen mögen (Rotgans 1886 p. 42). Ein Vergleich mit dem ventralen Schlundring der Wirbellosen (Schneider 1879 p. 149) ist hier ebenso wenig wie bei der ähnlichen Bildung der Krokodile etc. (p. 500) erlaubt.

Ueber die der hypobranchialen spinalen Muskulatur homologen ventralen Längsmuskeln (longitudinale Zungenbeinmuskeln und Zungenmuskulatur) handeln vornehmlich Meckel (1829. IV), Cuvier-Duméril (1838. II), Stannius (1846), Owen (1868. III), ich (1875), Gegenbaur (1875), Albrecht (1876), Anderson (1881), Leche (1889), die zahlreichen monographischen Bearbeitungen der Muskulatur einzelner Säugethiere (grösstentheils von Leche citirt), von denen namentlich Burmeister (1846), Owen (1857), Pouchet (1874) und Dobson (1882. 1883) hervorgehoben seien, die Lehrbücher der veterinären und der menschlichen Anatomie, und die Zusammenstellungen der Muskelvarietäten des Menschen, namentlich von Macalister (1871), Krause (1880. III) und Testut (1884); Letzterer zieht auch Vergleiche mit den Muskeln anderer Säugethiere.

Zur eigenen Untersuchung dienten einmal die zahlreichen Schädel der Jenenser anatomischen Sammlung, welche fast alle hauptsächlichen Säugethiertypen enthält, sowie verschiedene Typen des Jenenser zoologischen Museums, deren Benutzung ich der Güte des Herrn Prof. E. Haeckel verdanke, ferner für die Untersuchung der Weichtheile:

Monotremata: *Ornithorhynchus anatinus*, Gray, *Echidna aculeata* var. *typica*, Thomas.

Marsupialia: *Didelphys cancrivora*, Gmel., *Perameles obesula*, Geoffr., *Petaurus breviceps*, Waterh., *Trichosurus vulpecula*, Jent., *Phascolarctus cinereus*, Goldf., *Aepyprymnus rufescens*, Garrod, *Halmaturus Bennetti*, Waterh., *Macropus rufus*, Benn.

Edentata: *Dasypus setosus*, Prz. Neuw., *Manis (Pholidotis) javanica*, Desm.

Ungulata, Perissodactyla: *Tapirus americanus*, L., *Equus caballus*, L. — Artiodactyla: *Sus scrofa*, L. (Erwachsene und ältere Embryonen); *Auchenia lama*, Desm., *Oryx beisa*, Rüpp., *Cephalolophus spinigerus*, Temm., *Ovis aries*, L. (Erwachs. u. ält. Embr.), *Bos taurus*, L. (Erw. u. ält. Embr.).

Rodentia: *Lepus cuniculus*, L., *Coelogenys paca*, Wagn., *Cavia cobaya*, Schreb.

Insectivora: *Talpa europaea*, L., *Erinaceus europaeus*, L.

Carnivora, Pinnipedia: *Phoca vitulina*, L. — Fissipedia: *Nasua socialis*, PRZ. NEUW., *Canis familiaris*, L.

Prosimiae: *Tarsius spectrum*, GEOFFR., *Lemur collaris*, GEOFFR.

Simiae: *Ateles paniscus*, GEOFFR.; *Rhesus erythraeus*, WAGN., *Pithecus satyrus*, GEOFFR., *Homo sapiens*, L. (Erwachs. u. Embr.).

Das betreffende Material ist ein relativ sehr geringfügiges und die daran angestellten Untersuchungen können daher auch bescheidenen Ansprüchen an Vollständigkeit in keiner Weise genügen. Wie schon früher erwähnt, lag es aber nicht in der Absicht dieser allgemeinere Ziele verfolgenden Arbeit, das leicht verständliche und zu keiner tieferen Fragstellung Veranlassung gebende Detail innerhalb der einzelnen Thierabtheilungen genauer zu behandeln. Immerhin wird es eine nicht undankbare Aufgabe für den Specialforscher sein, die gerade auf diesem Gebiete noch recht vernachlässigten Säugethiere einer eingehenderen Bearbeitung zu unterziehen.

Die Homologisirung des *N. hypoglossus* der Säugethiere mit der gleichnamigen Bildung der Sauropsiden unterliegt meines Erachtens keinen wesentlichen Schwierigkeiten. Bei der Frage, wo die Grenze zwischen den occipito-spinalen und spinalen Nerven zu suchen sei, kann man a priori einerseits den Reduktionsgrad derselben und insbesondere das Verhalten der dorsalen Wurzeln derselben, andererseits die durch das occipito-vertebrale Gelenk bedingte Grenze zwischen Schädel und Wirbelsäule in Betracht nehmen und danach den Vergleich zwischen den occipito-spinalen Nerven der Sauropsiden und der Mammalia nach dieser oder jener Alternative ziehen. Wer das ersterwähnte Moment in den Vordergrund stellt — und thatsächlich bewegt sich CHIARUGI (1889, p. 232 ff.) in diesem Gesichtskreise (cf. p. 515, 519)[1]) — könnte daran denken, die ersten kompleten (d. h. aus ventraler und dorsaler Wurzel bestehenden) Nerven der erwachsenen Sauropsiden und Säugethiere zum Angelpunkt der Vergleichung zu machen und danach den 2. oder 3. freien Cervikalnerven der Sauropsiden mit der letzten oder vorlezten Wurzel der Säugethiere zu vergleichen. Diese Homologisirung wäre aber eine irrige, denn einmal lehrt die Untersuchung der Embryonen, dass in beiden Abtheilungen auch bei den rostral vorhergehenden Nerven dorsale Wurzeln in verschiedener Anzahl zur Anlage kommen (p. 499 und p. 504, sowie 519 f.); dann aber zeigt auch die vergleichende Anatomie der Spinalnervenwurzeln der Selachier (p. 368 und 392) und Sauropsiden (cf. CHIARUGI), ein wie sehr variables Element selbst bei den nächstverwandten Thieren gerade die dorsalen Wurzeln in ihrem Vorkommen bilden. Dieselben sind somit für die Entscheidung der vorliegenden Frage nicht verwerthbar. Es bleibt sonach die zweite Alternative: der Faktor des occipito-vertebralen Gelenkes. Ist dasselbe als Punctum

1) Diese Anschauungen werden übrigens von CHIARUGI mit der Vorsicht und Reserve vorgetragen, welche alle Aeusserungen dieses Forschers, wo er sie nicht durch direkte Befunde der Untersuchung stützen kann, auszeichnet.

fixum bei der Bestimmung der speciellen serialen Homologien brauchbar? Mit Froriep (1886, p. 137 f.) kann ich diese Frage nur bejahen, Dass zwischen Sauropsiden und Säugethieren eine ziemlich nahe Verwandtschaft besteht, ist durch zahlreiche andere Instanzen zur Genüge befestigt. Andererseits aber zeigt das erwähnte Gelenk bei beiden Abtheilungen eine solche Uebereinstimmung in seinen besonderen Specialisirungen, dass nicht gut angenommen werden kann, dasselbe hätte sich bei Beiden heterogenetisch zwischen verschiedenen Wirbelelementen gebildet und sei nur durch die gleiche Funktionirung zu einem so hohen Grad von Aehnlichkeit herangezüchtet worden. Es handelt sich also hier nicht um eine blosse Analogie oder Homodynamie, sondern um eine wirkliche Homologie, und diese Entscheidung erfährt auch eine weitere Bestätigung durch die Existenz von Proatlas-artigen Bildungen, welche wie bei den Sauropsiden, so auch bei den Säugethieren (*Erinaceus*) nachgewiesen worden sind (Albrecht 1880, p. 474; Baur 1895, p. 350).

Der N. hypoglossus der Säugethiere setzt sich somit auf Grund der bisherigen Untersuchungen in seinem typischen postembryonalen Verhalten aus den drei occipito-spinalen Nerven a, b und c zusammen, von denen a lediglich seine ventrale Wurzel bewahrt hat, während b ausnahmsweise, c aber nicht so selten ausser den gut entwickelten ventralen Wurzeln auch in wechselndem Grade reducirte Elemente dorsaler Wurzeln resp. Ganglien noch aufweist. Bei verschiedenen Abtheilungen der Säugethiere, tiefer und höher stehenden, kann mit dem totalen Schwunde der dorsalen Wurzelelemente auch eine Rückbildung der ersten ventralen Wurzel eintreten; der N. hypoglossus besteht dann nur aus b^v und c^v[1]. Es ist jedoch, wie schon oben (p. 517) bemerkt, in den Fällen, wo nur zwei oder eine Durchtrittsöffnung in der Dura mater sich findet, mit den bisherigen Materialien (ohne ontogenetische Untersuchung) nicht immer möglich zu entscheiden, ob es sich hierbei um den Zusammenfluss zweier ursprünglich getrennter Wurzeln ($a^v + b^v$) oder um eine Reduktion der vorderen (a^v) handelt. Für die erstere Alternative wird man sich gerne da entscheiden, wo die vordere Wurzel dicker als die hintere ist; doch ist auch hier Vorsicht gerathen, da sekundäres Wachsthum der Zungenmuskulatur die ursprünglichen Grössenverhältnisse verändern kann.

Zwischen den beiden Extremen in der Ausbildung der Hypoglossus-Wurzeln (a^v, b^{vd}, c^{vd} und b^v, c^v) finden sich alle möglichen Zwischenstufen, wobei, wie schon Beck hervorhebt, keine direkte Parallele zur systematischen Stellung der betreffenden Säugethiere besteht.

Ausser diesen occipito-spinalen Elementen haben die ontogenetischen Untersuchungen verschiedener Autoren das embryonale Auftreten bald wieder verkümmernder Nerven ergeben, welche ich nur den occipitalen Nerven der niederen Vertebraten vergleichen kann; y^v und z^v scheinen mir gesichert zu sein, während ich bezüglich der wirklichen Existenz der anderen Gebilde, die man mit noch mehr vorn liegenden

1) Ob auch die Reduktion von b^v vorkommt, wonach der Hypoglossus dann nur noch aus c^v bestehen würde, ist mir, wie schon erwähnt, sehr zweifelhaft.

Occipitalnerven (x^v, w^v) oder mit dorsalen Wurzeln der Occipitalnerven homologisiren müsste, noch weitere bestätigende Untersuchungen abwarten möchte.

Eigene Untersuchungen an älteren Embryonen von *Sus* bestätigten mir die Existenz von zwei dorsalen Wurzeln (b^d und c^d), sowie an Embryonen von *Bos* und *Ovis* diejenige von c^d; bei älteren menschlichen Embryonen vermisste ich gleich Froriep und Chiarugi dieselbe. Aus meinen Beobachtungen an Gehirnen ausgewachsener Thiere[1]) hebe ich namentlich die Befunde an den Monotremen (*Echidna*, *Ornithorhynchus*) hervor. Hier zeigten die einzelnen, dem Hypoglossus angehörenden Wurzelfäden eine wechselnde Gruppirung zu Bündeln, von denen bei beiden Gattungen drei (Taf. VIII, Fig. 17), bald aber auch vier gezählt werden konnten; und zwar fand ich hierbei einmal (*Echidna*), dass das erste dieser Bündel stärker als das darauffolgende war. Man könnte somit daran denken, dass hier bald *a*, *b*, *c* bald *z*, *a*, *b*, *c* zur Beobachtung kommen. Da alle diese Bündel schliesslich durch eine einzige Oeffnung in der Dura mater nach aussen treten, erscheint ihre Existenz als selbstständige, den genannten Nerven gleichwerthige Wurzeln nicht gesichert; doch macht mir die Beobachtung an einem Exemplar von *Echidna*, wo das erste Wurzelbündel ziemlich weit vor (rostral von) dem Niveau des Vagus von der Medulla oblongata abging, wahrscheinlich, dass in diesem Falle wirklich ein Homologon des occipitalen Nerven *z* vorliegt. Drei Wurzeln finde ich ausserdem bei *Phascolarctus*, *Trichosurus*, *Manis*, *Tapirus*, *Auchenia*, zwei bei *Aepyprymnus*, *Halmaturus* (Taf. VII, Fig. 21), *Dasypus*, *Oryx* und den meisten anderen untersuchten Placentaliern, bald durch gesonderte, bald durch eine Oeffnung in der Dura mater nach aussen tretend.

Die Zusammenstellung aller dieser Verhältnisse, wobei die Untersuchungen von Froriep und Beck, sowie die ontogenetischen Befunde von Froriep, His, Chiarugi, Martin und Zimmermann den Schwerpunkt bilden, die eigenen Beobachtungen aber dagegen zurücktreten, ergiebt somit Folgendes[2]):

w^v?.	x^v?.	y^v.	z^v.	a^v.	b^{vd}.	c^{vd}	Embryonen von *Cavia* (Chiarugi).
	x^v?.	y^v.	z^v.	a^v.	b^{vd}.	c^{vd}	Embryonen von *Lepus* und *Homo* (Zimmermann)[3]).
		$y^{vd?}$.	$z^{vd?}$.	$a^{vd?}$.	b^{vd}.	c^{vd}	Embryonen von *Felis* (Martin).
			z^v.	$a^{vd?}$.	b^{vd}.	c^{vd}	Säugethier-Embryonen (Minot, wahrscheinlich).
			z^v.	a^v.	b^{vd}.	c^{vd}	Embryonen von *Lepus* (Chiarugi).
			z^v?.	a^v.	b^v.	c^v	Erwachsenes Exemplar von *Echidna* (indiv.).
			(z^v).	a^v.	b^{vd}.	c^{vd}	Embryonen von *Bos* (Froriep).

1) Die Gehirne der untersuchten Monotremen, der meisten Marsupialier und von *Manis* verdanke ich der Güte des Herrn Professor R. Semon.

2) Die ? hinter *w* und *x* wurden von mir hinzugefügt, um zu bezeichnen, dass die Existenz der ganzen Wurzel mir fraglich ist. Ein kleines ? hinter *vd* soll ausdrücken, dass mir die Existenz der dorsalen Wurzel nicht gesichert erscheint. (*a*) bezeichnet, dass diese Wurzel vielleicht noch vorhanden, vielleicht auch reducirt ist. $b^v + c^v$ soll ausdrücken, dass diese beiden Wurzeln noch während des Durchtrittes durch die Dura mater zusammenfliessen.

3) x^v und y^v stellen nach der Beschreibung Zimmermann's nicht eigentlich Hypoglossus-Wurzeln dar. Sie verlaufen abweichend und lassen daran denken, dass hier Occipitalnerven vorliegen, die aus dem Hypoglossus-Verband wieder sekundär sich ausgelöst haben.

a^v. b^{vd}. c^{vd} Erwachsene Thiere von *Sus* (je einmal: Beck, ich) und *Canis* (je einmal: Vulpian, Beck).

a^v. b^v. c^{vd} Embryonen von *Bos* (Froriep, ich), *Ovis* (ich), *Capra* (Beck), *Homo* (His); erwachsene Thiere von *Delphinus* (?, Beck), *Sus* (Mayer, Luschka, Vulpian, Beck, ich), *Equus caballus* und *E. asinus* (beide indiv.: Mayer, Beck), *Cervus capreolus* u. *C. elaphus* (Beck), *Ovis* (Beck, ich), *Bos* (Mayer, Volkmann, Bidder, Luschka, Kazzander, Beck), Embryo von *Homo* (His).

a^v. b^v. c^v Aeltere Embryonen von *Homo* (Froriep, Chiarugi, ich); Erwachsene Thiere von *Ornithorhynchus* (Taf. VIII, Fig. 17), *Echidna*, *Phascolarctus* (indiv.), *Trichosurus Manis*, *Tapirus*, *Auchenia* (?), *Capra* (Beck), *Tragulus* (Beck), *Galeopithecus* (Beck), *Satyrus* (ich), *Homo* (indiv.: Leuret et Gratiolet, menschliche Anatomien, ich).

(a^v.) b^v. c^{vd} *Cavia* (einmal: Beck).

(a^v.) b^v. c^v Marsupialia (Beck), *Aepyprymnus*, *Phascolarctus* (ind.), *Halmaturus*, Cetacea (Beck), *Dasypus* (Beck, ich), *Equus* (indiv.: Beck), ganz vereinzelte Ruminantia (indiv.: Beck), *Oryx*, *Cavia* (ich), Rodentia (Beck), *Felis concolor* (indiv.: Beck), *Talpa* (Ganser, Beck indiv., ich), Prosimiae (Beck), mehrere Chiroptera (Beck), mehrere Simiae (Beck), *Homo* (menschliche Anatomie, Beck, Schwalbe, ich).

(a^v.) $b^v + c^v$ *Echidna* (Beck), Insectivora, Carnivora incl. Pinnipedia, verschiedene Affen, *Homo* (individ.: Beck).

Der gesonderte oder gemeinsame Durchtritt durch die Dura mater und den Schädel wurde in dieser Zusammenstellung, abgesehen von der letzten Zeile, nicht besonders determinirt; weiter unten soll noch kurz darauf eingegangen werden.

Den bereits oben (p. 519 f.) rekapitulirten Befunden der Untersucher hinsichtlich der embryonalen Myotome in dieser Gegend, die durchweg in der Dreizahl angegeben werden, habe ich keine eigenen Beobachtungen hinzuzufügen, mache aber hier wieder auf die grosse Diskrepanz in der Zahl der angegebenen Nervenwurzeln und Myotome aufmerksam (vergl. auch p. 503).

Den Angaben der früheren Autoren, dass die Stärke der Hypoglossus-Wurzeln, resp. der occipito-spinalen Nerven von vorn nach hinten zunimmt, dass aber auch Ausnahmen von dieser allgemeinen Regel vorkommen, kann ich auf Grund meiner Untersuchungen beistimmen. Auch ich fand nicht so selten eine caudalwärts abnehmende Dicke derselben[1]), und bin, wie schon angegeben, geneigt, diese Ausnahme

---

1) Insbesondere die anthropoiden Affen zeigen die beiden Oeffnungen für die beiden Wurzeln entweder gleichgross oder noch häufiger von vorn nach hinten in abnehmender Grösse.

theils auf das Zusammenfliessen ursprünglich getrennter Wurzeln, theils auf sekundäre Vergrösserungen oder Verkleinerungen der von ihnen versorgten Endgebiete (Zungenmuskeln) zurückzuführen. Dass die nach hinten zunehmende Stärke der Wurzeln das Ursprüngliche ist, dürfte m. E. nicht zweifelhaft sein.

Dass auch bei den Säugethieren die ventralen Wurzeln des Hypoglossus nach ihrem centralen Ursprunge und Abgange von der Medulla den ventralen Wurzeln der Spinalnerven vollkommen homolog sind, wird durch die oben (p. 513) mitgetheilten Untersuchungen auf das Sicherste erwiesen und bedarf keiner weiteren Ausführung. Desgleichen ist die Uebereinstimmung der dorsalen Hypoglossus-Wurzeln mit den dorsalen Wurzeln der Spinalnerven nicht zu bezweifeln; die wechselnde Stärke und Existenz von c^d und 4^d (dorsale Wurzel des 1. freien Spinalnerven) bildet hierzu die weitere Bestätigung (p. 518 f.). Dagegen kann ich, wie bei den Sauropsiden, allen denjenigen Versuchen, welche diese dorsalen Wurzeln zu dem sensibeln Gebiete des N. vago-accessorius in direkte Beziehung bringen, nicht folgen. Beide sind an sich heterogene Bildungen, welche nur sekundär, zufolge der rostralwärts gehenden Vorwärtswanderung der spinalen Nerven und ihrer Homodyname direkte Nachbarn geworden sind und damit, bei der rein ontogenetischen Beobachtung, welche diese Verschiebungen nur zum kleinsten Theil rekapitulirt, allerdings leicht Homologien vortäuschen können, welche aber durch die umfangreichere vergleichende Untersuchung als Trugbilder erkannt werden.

Der Abgang der Wurzeln des Hypoglossus von der Medulla erfolgt wie bei den Sauropsiden ventral resp. ventro-caudal von dem Abgange des N. vagus s. str. und wird von letzterem durch die Oliven getrennt. Hierbei kommen ziemlich grosse Exkursionen in der relativen Lage des Hypoglossus zu dem Vagus zur Ansicht, worüber die oben (p. 515 f.), nach Abbildungen und Beschreibungen anderer Autoren gemachten Angaben berichten; doch sind dieselben nur z. Th. glaubwürdig und brauchbar. Bereits Beck konnte von erheblichen Abweichungen seiner Befunde von denen der älteren Autoren sprechen; dasselbe gilt bezüglich meiner Beobachtungen. Die am meisten rostrale Lage des Hypoglossus-Abganges finde ich bei einem Exemplar von *Echidna*, wo derselbe ventro-rostral vom Vagus-Ursprung beginnt; bei einem anderen Exemplar dieses Thieres, wie bei *Ornithorhynchus* (Taf. VII, Fig. 20), ebenso auch bei *Pithecus* und *Homo*, beginnen die vordersten Wurzelfäden des Hypoglossus annähernd in dem gleichen rostro-caudalen Niveau wie die ersten Wurzelfäden des Vagus. Somit scheinen die tiefsten und die höchsten Säugethiere sich in dieser Hinsicht zu gleichen. Das Auffallende dieses Befundes wird gemildert, wenn man annimmt, dass bei den Monotremen die Hypoglossus-Wurzeln von *z*, *a*, *b* und *c*, bei den Anthropomorphen und *Homo* von *a*, *b* und *c* gebildet werden (vergl. auch p. 528). Bei den mit einem 3-wurzeligen Hypoglossus versehenen Marsupialia (*Trichosurus*, *Phascolarctus* indiv.), Edentaten (*Manis*) und Ungulaten (*Tapirus*, *Equus*, *Sus*, *Auchenia*, *Bos*), aber auch bei *Phoca* (mit einem 2-wurzeligen Hypoglossus) beginnt der Anfang des Hypoglossus-Abganges am Ende oder selbst ein wenig hinter dem Ende des Vagus-Ursprunges, bei den fissipeden Carnivoren (mit 2-wurzeligem XII) zumeist

in geringerer Entfernung hinter dem Vagusende, bei den einen 2-wurzeligen Hypoglossus besitzenden Marsupialia (*Phascolarctus* indiv., *Aepyprymnus*, *Macropus*), Insektivoren (*Talpa*, *Erinaceus*) und Rodentia in etwas grösserer Entfernung hinter demselben. Diese Angaben, ein wie spärliches Material ihnen auch zu Grunde liegt, lassen doch selbst innerhalb der Säugethiere ein successives rostralwärts gehendes Vorrücken der Hypoglossus-Wurzeln (occipito-spinalen Nerven) erkennen. Die Monotremen mit ihren noch nicht vollkommen aufgeklärten Wurzelzahlen mögen hierbei zunächst ausser Acht bleiben[1]). Hinsichtlich der 3-wurzeligen Nn. hypoglossi gilt aber ein relatives Vorrücken von den Marsupialiern, Edentaten und Ungulaten bis zu den Anthropomorphen mit *Homo*; desgleichen zeigt der 2-wurzelige Hypoglossus der tieferstehenden Marsupialia, Rodentia und Insektivoren eine mehr caudale Lage als derjenige der höher stehenden Carnivoren. Dazu kommt das schon von Sagemehl (1885, resp. 1891, p. 540) auf Grund der Froriep'schen Abbildungen (1882, Taf. XVI) hervorgehobene Vorrücken des Hypoglossus während der embryologischen Entwickelung. Somit beweisen vergleichend-anatomische und ontogenetische Befunde übereinstimmend die rostralwärts gehende Vorwanderung des Hypoglossus-Ursprunges der Säugethiere, die sich auch hinsichtlich des Grades dieser Bewegung zu den Sauropsiden in Parallele stellen.

Zu dieser Vorwanderung steht, wie schon bei den Sauropsiden (p. 505) hervorgehoben worden, das Verhalten des Ursprunges des N. accessorius Willisii in Korrelation. Bei den Sauropsiden reicht derselbe zwischen den dorsalen und ventralen Spinalnervenwurzeln herab bis zum Niveau des 1.—3. Cervikalnerven, bei den Säugethieren (p. 516) findet sich die gleiche Erscheinung in noch höherem Grade ausgeprägt: der Accessorius reicht hier bis zur Höhe des 5.—7. Spinalnerven herab, und es könnte daran gedacht werden, dieses tiefere Herabreichen auf einen um etwa vier Metameren weiter vorgeschrittenen Grad der Vorwanderung der spinalen Nerven zurückzuführen, somit — unter Annahme der oben (p. 526) besprochenen und abgewiesenen ersten Alternative — anzunehmen, dass der Hypoglossus der Mammalia weiter caudal zurückgelegenen Spinalnerven-Elementen der Sauropsiden zu vergleichen sei[2]). Aber auch aus dem Verhalten des Accessorius erwächst m. E. derselben keine Unterstützung. Der bei den Säugethieren weiter caudal herabreichende Ursprung ist vielmehr durch die sehr viel bedeutendere Entwickelung des Accessorius und seiner Endgebiete (cerebrale Theile der Mm. sterno-cleido-mastoideus und trapezius) bedingt; bei ihnen wird ein recht hervorragender Antheil dieser Muskulatur von dem sehr kräftigen R. posterior s. externus n. accessorii versorgt, während derselbe bei den Sauropsiden gegen die spinale Abtheilung dieser

1) Bei der (erst noch zu erweisenden) Annahme von *z*, *a*, *b*, *c* fügen dieselben sich auch gut ein.

2) Dies würde theilweise den Anschauungen Chiarugi's entsprechen, aber nur zum kleinen Theil, denn Chiarugi lässt nur zwei Spinalnerven der Sauropsiden in den Schädel der Mammalia aufgenommen werden, spricht nicht von einer Vorwanderung der Spinalnerven gegenüber dem Vago-Accessorius und erklärt das längere Hinabreichen des Accessorius der Säugethiere dadurch, dass er bei diesen die Existenz eines besonderen Accessorius spinalis statuirt, welcher den Sauropsiden fehle (vergl. auch p. 515 und p. 519 Anm. 4).

Muskeln ganz zurücktrat und selbst bis zu einem Minimum reducirt sein konnte (vergl. meine Untersuchungen 1874, 1875 und 1888). Auch sei bemerkt, dass unsere Kenntniss des Herabreichens des Accessorius bei den Sauropsiden nur auf Beobachtungen der Aussenfläche des Rückenmarkes beruht, dass aber eine genauere Untersuchung desselben mit Rücksicht auf die caudale Ursprungsgrenze des Accessorius noch fehlt.

Wie schon erwähnt, geschieht die Ueberkreuzung des N. accessorius durch die ventralen und dorsalen Wurzeln der Spinalnerven und (wenn bei demselben beide vorhanden) des Hypoglossus derart, dass dieselben ihn einschliessen, somit die ventralen ventral, die dorsalen dorsal resp. dorso-lateral bis zu ihrer gegenseitigen Vereinigung an dem Accessorius vorbeiziehen. Von diesem regelmässigen Verhalten können aber, wie aus der Litteratur oben (p. 518, 519) mitgetheilt worden, die dorsale Hypoglossus-Wurzel (indiv. bei einzelnen Carnivoren) und die dorsale Wurzel des ersten Cervikalnerven (indiv. beim Menschen) Abweichungen darbieten, indem sie entweder mitten in den Accessorius eingreifen resp. von ihm abgegeben werden sollen oder selbst medial resp. ventral an ihm vorbeiziehen. Ich konnte ein solches Verhalten an meinem bezüglichen Material (zwei Exempl. von *Canis*, vier von *Homo*) nicht beobachten, bezweifle aber sein reelles Vorkommen auf Grund der Untersuchungen von Kazzander und Beck in keiner Weise und finde die Erklärung hierfür in der sehr rudimentären Beschaffenheit der betreffenden Wurzeln und Ganglien, welche bei der beträchtlichen lateralen Abweichung des Accessorius an dieser Stelle einen derartigen aberrativen Verlauf möglich erscheinen lässt. Hierbei wäre genau zu untersuchen, wie sich die ventralwärts und namentlich peripherwärts von diesen rudimentären Ganglien ausgehenden Nervenfasern verhalten resp. wo sie enden. An eine wirkliche Entstehung der dorsalen Wurzel des ersten Cervikalnerven von dem Accessorius (Kazzander, Beck) glaube ich nicht, da ich mir nicht vorstellen kann, in welcher Weise die sensibeln Wurzelelemente des ersten Spinalis von einem motorischen Nerven wie der Accessorius geliefert werden sollen; ebenso wenig kann ich der Annahme zustimmen, dass Accessorius-Fasern durch das 1. und 2. Intervertebralloch nach aussen gelangen (J. Müller). Ich bin überzeugt, dass die genauere Präparation dieser seltenen Fälle, bei kompleter Entwirrung der Fasern (die allerdings ihre grossen Schwierigkeiten haben mag), zur Scheidung der Elemente des Accessorius und der Spinalnerven führen wird. — Eine wirkliche principielle Schwierigkeit erwächst somit der hier vorgetragenen Lehre von der Vorwärtswanderung der spinalen Nervenelemente auch aus diesen Ausnahmefällen nicht.

Die vollkommene Zusammengehörigkeit des Vagus mit dem Accessorius und seinen von den Autoren unterschiedenen beiden Abtheilungen (Accessorius vagi und A. spinalis) vertrete ich selbstverständlich auch bei den Säugethieren. Dass innerhalb der langen motorischen Zellensäule des Vago-Accessorius auch eine Unterbrechung (nach Grabower kaum 1 mm lang) zwischen Vagus- und Accessorius-Antheil stattfinden kann, bildet keinen entscheidenden Gegengrund gegen die morphologische Zusammengehörigkeit beider. Dem Hypoglossus aber steht der Vago-Accessorius,

in eine wie benachbarte Lage auch die Kerne des Hypoglossus und Accessorius s. str. gekommen sind, doch principiell gegenüber; Ersterer ist ein spinaler, Letzterer ein cerebraler Nerv.

Der Durchtritt der Wurzeln des Hypoglossus durch die Dura mater und den Schädel geschieht durch drei oder zwei oder eine Oeffnung (vergl. auch p. 516f., p. 521 und p. 529). Den oben mitgetheilten Angaben früherer Untersucher kann ich zahlreiche eigene Befunde hinzufügen, aus denen namentlich das ungemein wechselnde Verhalten dieser Kanäle selbst innerhalb der Species (individuell) und des Individuums (antimer) hervorgeht. Es wurden — auf Grund fremder und eigener Beobachtungen — in dem Os occipitale gefunden[1]):

3 Foramina: *Thylacinus* (l), *Trichosurus*, *Phascolarctus*; *Equus* (Foet: BECK), *Capra* (BECK), *Ovis* (BECK), *Tragulus* (Beck).

3 For. innen, 2 For. aussen: *Thylacinus* (r); *Antilope* (BECK)[2]).

2 Foramina: *Didelphys* (BECK, ich), *Parameles*, *Trichosurus* (BECK, ich), *Aepyprymnus*, *Halmaturus*, *Macropus*; *Dasypus*, *Manis*; *Tursiops*; *Camelus* (l), *Cervus*, *Oryx*, *Capra* (BECK, ich), *Ovis* (BECK, ich), *Bos; Lepus*, *Cavia; Procyon* (BECK); *Galeopithecus* (BECK); *Mycetes* (r), *Cynocephalus*, *Cercopithecus* (BECK, ich), *Pithecus* (fünfmal), *Troglodytes* (einmal), *Gorilla* (dreimal), *Homo* (10—20 %).

2 For. innen, 1 For. aussen: *Hypsiprymnus* (BECK, ich: r); *Dasypus*; *Beluga; Cervus* (BECK); *Dasyprocta*, *Cavia* (BECK, ich); *Mustela*, *Canis* (ELLENBERGER, ich); *Lemur* (BECK, ich); *Cynocephalus mormon* (r: BECK).

2 partiell zusammenfliessende Foramina: *Camelus* (l); *Homo* (ind.).

1 Foramen: *Hypsiprymnus* (l, BECK); *Bradypus*, *Dasypus*, *Myrmecophaga*, *Manis; Delphinus*, *Phocaena* (BECK, ich); *Halicore; Hyrax*, *Tapirus*, *Rhinoceros*, *Equus*, *Sus* (BECK, ich), *Cervus*, *Ovis* (BECK, ich), *Bos* (BECK, ich); *Lagostomus*, *Coelogenys*, *Cavia*, *Hystrix*, *Mus*, *Castor*, *Sciurus; Talpa*, *Centetes*, *Erinaceus; Phoca* (BECK, ich), *Viverra*, *Lutra*, *Mustela*, *Procyon*, *Ursus*, *Canis*, *Hyaena*, *Felis* (BECK, ich); *Vespertilio; Tarsius*, *Stenops*, *Nycticebus*, *Otolicnus*, *Lemur*, *Lichanotus; Callithrix*, *Cebus*, *Mycetes* (l), *Cynocephalus mormon* (l: BECK), *Macacus* (BECK, ich), *Cercopithecus*, *Semnopithecus*, *Presbytis*, *Pithecus* (einmal), *Troglodytes* (dreimal), *Gorilla* (einmal), *Homo* (80—90 %).

Bei *Sus*, sowie einigen Carnivoren (namentlich Hyaenidae und Felidae) liegt das Foramen (resp. die Foramina) hypoglossi dem Foramen vagi (jugulare) sehr benachbart, aber stets scheidet eine, wenn auch noch so schmale Knochenspange den Durchtritt des Hypoglossus von demjenigen des Vago-Accessorius. Allein die Monotremen unter den Säugethieren zeigen ein Zusammenfliessen beider Oeffnungen zu einem gemeinsamen Foramen pro vago et hypoglosso (jugulari-condyloideum); bei *Echidna* ist dasselbe klein (WESTLING, BECK, ich), bei *Ornithorhynchus* dagegen durch Rarefi-

1) *r* und *l* bedeuten antimerer Befund auf der rechten oder linken Seite.

2) So auf der linken Seite von *Antilope cervicapra*, während auf der rechten die Knochenspange, welche die 2. und 3. Wurzel des Hypoglossus trennt, fehlt (BECK).

cirung der umliegenden Knochensubstanz zu einem grösseren, in der Hauptsache membranös geschlossenen Fenster umgewandelt, durch welches beide Nerven neben einander hindurchtreten (Taf. VIII Fig. 17).

Die Verbindung der einzelnen Hypoglossus-Wurzeln geschieht, wie schon oben (p. 521) erwähnt worden und wie auch aus der soeben gegebenen Zusammenstellung hervorgeht, bald während des Durchtrittes durch die Dura, bald beim Hindurchgange durch die knöcherne Schädelwand, bald erst nach dem Austritte aus derselben; bezüglich der letzteren Kategorie ist zuzufügen, dass hier die Vereinigung früher (sofort nach dem Austritte) oder später (in einiger Entfernung von dem Austritte) stattfinden kann. Letzteres wurde bei *Ornithorhynchus* (Taf. VIII Fig. 17) sowie einigen Marsupialia (namentlich *Didelphys* und *Petaurus*) beobachtet; eine schnellere Vereinigung nach dem Austritte findet sich bei der Mehrzahl der Marsupialia und bei den anderen in der Tabelle angeführten Thieren mit drei oder zwei Hypoglossus-Kanälen. Ueber das Zusammentreten beim Durchgange durch die Schädelwand oder noch innerhalb derselben zeigt die Tabelle das Nähere. Aus Allem resultirt, dass im Allgemeinen, aber nicht ohne Ausnahmen, die tieferstehenden Thiere durch eine spätere, die höherstehenden durch eine frühere Verbindung der Wurzeln zum Stamme gekennzeichnet sind, — ein Verhalten, das überhaupt mit der späteren oder früheren Verbindung der Nervenwurzeln und mit dem Wesen der Plexusbildung harmonirt.

Nach dem Austritte aus dem Foramen (Foramina) pro hypoglosso verläuft der N. hypoglossus in dem genugsam bekannten Bogen (Arcus hypoglossi) zuerst ventralwärts resp. ventro caudalwärts und dann ventro-rostralwärts zur Zungenmuskulatur. Die Neigung dieses Bogens ist eine sehr variable: bei den Edentaten steigt er besonders weit caudalwärts herab, bei Rodentien und Carnivoren wendet er sich dagegen sehr früh nach vorn; zwischen beiden Extremen reihen sich die anderen von mir untersuchten Säugethiere. Auf diesem Wege geht er zugleich mannigfache Anastomosen mit Zweigen der ersten Cervikalnerven (Nn. descendentes cervicales) ein und bildet mit ihnen den Plexus cervicalis s. str. s. hypoglosso-cervicalis (Ansae hypoglossi s. cervicales descendentes der menschlichen Anatomie), bezüglich welches ich auf die oben (p. 522) mitgetheilten Befunde der Anthropotomen verweise. Bei *Homo* sind es bekanntlich die drei ersten Cervikalnerven, welche sich mit dem Hypoglossus verbinden, Das Gleiche finde ich bei den untersuchten *Simiae* (*Pithecus*, *Rhesus*, *Ateles*), sowie bei *Tarsius*[1]); bei *Ateles* wurde die Betheiligung des Cervicalis 3 am Plexus nur durch einen sehr dünnen Zweig vermittelt. Bei allen anderen Säugethieren, die ich daraufhin präparirte (*Lemur*, *Erinaceus*, *Canis*, *Nasua*; *Coelogenys*, *Lepus*; *Bos*, *Cephalolophus*; *Macropus*, *Petaurus*, *Didelphys*; *Ornithorhynchus*, Taf. VIII Fig. 16), zeigte sich dagegen der Plexus hypoglosso-cervicalis nur aus dem Hypoglossus und den zwei ersten Cervikalnerven gebildet, und zwar gab bei den beiden Carnivoren der Cervicalis 2 nur sehr feine Fäden an den Plexus; ferner

1) Der Befund bei *Tarsius* ist nicht vollkommen gesichert; ein vom Cervicalis 3 (6) abgehender feiner Nerv für die infrahyoidale Muskulatur wurde aber unzweifelhaft gefunden.

war bei *Cephalolophus* und *Macropus* der von dem Cervicalis 1 abgegebene Theil recht schwach und leicht zu übersehen.

Eine Zusammenstellung dieser Befunde und derjenigen der anderen Autoren ergiebt somit Folgendes[1]):

Plexus cervicalis s. str. (Pl. hypoglosso-cervicalis).

XII. 4 (1).	*Myrmecophaga* (Macalister)[2]), *Elephas* (Mayer), *Canis* (Ellenberger).
XII. 4 (1). 5 (2).	*Ornithorhynchus*, *Didelphys*, *Petaurus*, *Macropus; Myrmecophaga* (Pouchet); *Equus* (Leisering); *Cephalolophus*, *Bos*; *Lepus* (Schneider), *Coelogenys; Erinaceus*; *Nasua*, *Canis*; *Lemur.*
XII. 4 (2). 5 (5). 6 (3).	*Ornithorhynchus* (Meckel)[3]); *Chlamydophorus* (Hyrtl)[3]); *Lepus* (Krause)[3]); *Tarsius* (?); *Ateles*, *Rhesus*, *Pithecus*, *Troglodytes* (Vrolik)[4]), *Homo.*

Interessante Details liefert auch die speciellere Art, in welcher sich die Cervikalnerven mit dem Hypoglossus zu dem Plexus verbinden; doch muss hier auf eine genauere Wiedergabe verzichtet werden. Kurz bemerkt sei nur, dass die Einverleibung des dritten Cervikalnerven in den Plexus eine ganz allmähliche ist, dass Rr. descendentes desselben zunächst wohl infrahyoidale Muskeln versorgen, aber auch ganz oder partiell mit dem vorhergehenden Nerven unverbunden sind, dann aber successive diesen Verband inniger und kompleter gestalten; ferner, dass die vordere (rostrale) Ansa des Hypoglossus mit dem 1. oder dem 1. und 2. Cervikalnerven (N. cervicalis descendens superior) mit einem ziemlich weit peripherisch hinausgerückten Anschluss beider Elemente beginnt, dann aber mehr centralwärts rückt, um schliesslich bei den Anthropomorphen zu ähnlichen Bildungen wie beim Menschen zu gelangen.

Die Emancipation des Plexus hypoglosso-cervicalis gegenüber dem Plexus brachialis ist, wie schon mitgetheilt (p. 523), ebenso weit vorgeschritten wie bei den Sauropsiden: beide Plexus sind vollkommen von einander gesondert und auch durch intermediäre, d. h. keinem der beiden Plexus angehörende Spinalnervengebiete geschieden. Hinsichtlich dieser Verhältnisse gilt, auf Grund fremder und eigener Untersuchungen (p. 523 f.), das Folgende[5]):

1) In der Tabelle wurde anstatt *a*, *b*, *c* resp. *b*, *c* der Einfachheit halber XII angegeben. 4 (1), 5 (2), 6 (3) bezeichnen den 1., 2., 3. freien Cervikalnerven.

2) Der Befund Macalister's bei *Myrmecophaga* ist wohl unvollständig.

3) Meckel, Hyrtl und Krause geben nur eine Ansa des Hypoglossus mit dem 3. Cervikalnerven (6) an, was wohl gleichfalls auf Unvollständigkeit beruht.

4) Desgleichen erwähnt Vrolik nur eine Anastomose mit dem 2. und 3. Cervikalnerven, thut aber des 1. keine Erwähnung.

5) In dieser Tabelle sind die Nerven mit der in der menschlichen Anatomie üblichen Zählung (4. bis 8. Cervikalnerv = 7 bis 11 und 1. und 2. Thorakalnerv = 12 und 13) bezeichnet. (2) soll ausdrücken, dass dieser Nerv bald am Plexus brachialis Theil nimmt, bald nicht. — Die mir durchaus unvollständig erscheinenden Untersuchungen anderer Autoren wurden nicht in die Zusammenstellung aufgenommen.

Plexus brachialis.

4. 5. 6. 7. 8. 1. (2). *Ornithorhynchus* (WESTLING, MANNERS-SMITH, ich), *Echidna* (WESTLING, ich); *Lagenorhynchus* (CUNNINGHAM); *Cavia* (CUNNINGHAM, ich), *Erinaceus* (DOBSON, ich), *Macacus* (BROOKS), *Pithecus* (WESTLING, ich), *Homo* (häufige Varietät).
5. 6. 7. 8. 1. (2). Meiste Mammalia
6. 7. 8. 1. (2). *Equus* (FRANK, LEISERING), *Ovis* (LEISERING, ich), *Bos* (LEISERING, ich), mehrere Insectivora (*Microgale*, *Potamogale* und *Chrysochloris* nach DOBSON), *Galeopithecus* (LECHE).

was eine Interkurrenz von 1—3 intermediären Cervikalnerven ergiebt.

Ausser mit den Nn. cervicales descendentes geht der Hypoglossus während seines Verlaufes auch mit den Nn. vago-accessorius und trigeminus, sowie mit dem Sympathicus mannigfache Verbindungen ein, bezüglich welcher ich auf die oben (p. 523) angeführten Angaben der Autoren verweise. Ich kann dieselben zum Theil bestätigen, habe im Uebrigen aber keine eingehenderen Untersuchungen darüber gemacht. Die Anastomosen mit dem Sympathicus stellen jedenfalls zum Theil echte Rr. viscerales, d. h. Sympathicus-Wurzeln, dar und liefern damit, wenn es nach den neueren Untersuchungen von GASKELL, LANGLEY, RAMON Y CAJAL, VAN GEHUCHTEN, SALA, KOELLIKER, LENHOSSÉK, DOGIEL u. A. noch nöthig wäre, den Beweis, dass sympathische Fasern auch lediglich ventralen Wurzeln entstammen.

Die Anastomose (chiasmatische Kreuzung) des rechten und linken Hypoglossus habe ich in frühern Jahren wiederholt gesehen, aber damals nicht genauer entwirrt. Seitdem kam sie mir nicht wieder zur Beobachtung.

Bezüglich der motorischen Verbreitung des Hypoglossus besteht ein nicht unwesentlicher Unterschied zwischen Sauropsiden und Säugethieren, indem bei jenen auch Seitenzweige an die Nackenmuskeln abgegeben wurden (p. 509), diese Muskeln aber bei den Säugethieren lediglich von den ersten Spinalnerven versorgt werden[1]); auf diese Differenz hat bekanntlich bereits GEGENBAUR aufmerksam gemacht. Der Hypoglossus der Mammalia innervirt somit allein ventrale Längsmuskeln (hypobranchiale spinale Muskeln) und zwar, wie es nach den bisherigen Untersuchungen den Anschein hat, lediglich die Zungenmuskeln und den M. genio-hyoideus e. p., während die ihm verbundenen Nn. cervicales descendentes den M. genio-hyoideus e. p. und die infrahyoidalen ventralen Längsmuskeln versorgen, zur Zungenmuskulatur aber nicht oder nur mit minimalen und zweifelhaften Zweigen gelangen. Auch hier scheinen sehr weitgehende Schwankungen in den bezüglichen Innervationsgrenzen

1) Den gänzlichen Mangel von Zweigen des Hypoglossus an die Nackenmuskeln der Säugethiere halte ich übrigens noch nicht für völlig ausgemacht. Bei *Didelphys* glaube ich feine Fäden gefunden zu haben, die dahin gelangten; doch gestattete die mangelhafte Beschaffenheit des bezüglichen Präparates keine genauere Untersuchung und Sicherstellung dieses Befundes.

zu existiren, welche aufs Neue die ungemeine Variabilität im homodynamen Verhalten der peripherischen Verbreitung der Nerven dokumentiren (vergl. auf p. 509). Bezüglich der genaueren Nachweise ist hier indessen fast Alles erst noch zu thun.

Etwas epibranchialen spinalen Muskeln Vergleichbares fehlt den Säugethieren gerade so wie den vorhergehenden Abtheilungen der gnathostomen Wirbelthiere.

Die den hypobranchialen spinalen Muskeln homologe ventrale Längsmuskulatur zeigt mit den entsprechenden Gebilden der Sauropsiden, insbesondere der Saurier, mannigfache Berührungspunkte, gelangt aber nicht zu der hohen Specialisirung wie bei den höheren Abtheilungen derselben. Auch zu den hypobranchialen Muskeln der Amphibien bestehen Anknüpfungen, doch sind dieselben zufolge der viel tieferen Stellung der Amphibien minder nahe als zu den Sauriern. Dabei finden sich auch noch bei den Säugethieren mancherlei Besonderheiten, die eine direkte Ableitung von den entsprechenden Muskelgebilden der bisher untersuchten Amphibien oder Saurier verbieten.

Auch hier seien nur einige Grundzüge über das Verhalten dieser Muskulatur gegeben.

Wie bei den Amphibien und Sauropsiden kann man im infrahyoidalen Bereiche des Halses zwei Muskellagen unterscheiden, welche den Mm. sterno-hyoidei superficialis und profundus der Urodelen resp. den Mm. coraco-hyoideus und coracobranchialis 1 der Selachier vergleichbar sind und nicht selten, namentlich bei den tiefer stehenden Säugethieren (Monotremen, Edentaten, vielen Ungulaten und Insektivoren), auch mehr oder minder ausgiebig zusammenhängen.

Das Homologon des M. sterno-hyoideus superficialis bilden in der Regel zwei Muskeln, ein medialer Sterno-hyoideus (superficialis) und ein lateraler Omohyoideus, welche wahrscheinlich aus einer einheitlichen Muskelausbreitung bei den Vorfahren der Mammalia hervorgegangen sind, die, derjenigen gewisser Saurier (p. 510) entsprechend, von dem Sternum und den benachbarten Rippen, sowie von Clavicula, Korakoid und Scapula Ursprung nahm und an dem Hyoid, speciell an dessen Körper (Copula hyoidea) und hinterem Horn (Branchiale 1) inserirte. Dieser ursprünglich einheitliche Muskel, den man ähnlich demjenigen der Saurier Sterno-cleido-omohyoideus superficialis benennen kann, findet sich normal bei keinem lebenden Säugethier mehr; wiederholt beobachtete Varietäten der menschlichen Anatomie lassen aber — ebenso wie die Vorkommnisse bei Amphibien und Sauriern — auf seine einstmalige Existenz schliessen. Im Uebrigen treten seine beiden Differenzirungsprodukte gesondert auf, aber auch hier sprechen mannigfache Variirungen des Ursprungs für die einstmalige Zusammengehörigkeit. Der mediale Sterno-hyoideus (superficialis) beginnt von der Innenfläche des vorderen Bereiches des Sternum (Manubrium) und kann von hier bei einzelnen Säugethieren weiter caudalwärts auf das Corpus bis zum Bereiche der 2., 3. und 4. Rippe, ja selbst noch viel tiefer bis zum Processus xiphoides (*Echidna*, gewisse Edentaten, namentlich *Myrmecophaga*) sich

hinab erstrecken; zugleich kann der Ursprung im grössten Wechsel lateralwärts auf den medialen Bereich der Clavicula und die Sternalenden der Rippen übergreifen, unter Umständen selbst an Letzteren seinen Hauptanfang gewinnen. Seine Insertion geschieht normaler Weise an der Copula hyoidea und an dem angrenzenden Theile des Branchiale 1 (hinteres Zungenbeinhorn). Sekundär kann sich auch ein mehr oder minder intimer Verband mit der ihm ursprünglich gänzlich fremden suprahyoidalen Trigeminus-Muskulatur (namentlich dem vorderen Bauche des Digastricus mandibulae)[1]) unter theilweiser Aufgabe der primären hyoidalen Insertion ausbilden (*Phascolarctus*, viele Edentaten) und damit ein von Brustbein bis zum Unterkiefer erstreckter sogenannter M. sterno-mandibularis entstehen, dessen Zusammensetzung aus heterogenen Elementen aber durch die Art seiner Innervation (vorn durch Nervus trigeminus, hinten durch Nervi cervicales descendentes) deutlich erkannt wird. Minder heterogen ist eine andere Art der Verbindungen, die — ebenfalls in durchaus sekundärer Weise — namentlich bei *Echidna* und gewissen Edentaten (*Dasypus*, *Orycteropus*, *Manis* und insbesondere *Myrmecophaga*) zu Stande kommt; hier verbinden sich Sterno-hyoideus und Hyoglossus grösstentheils unter Aufgabe der hyoidalen Anheftung zu dem sogenannten M. sterno-glossus, der vorn vom N. hypoglossus, hinten von den Nn. cervicales descendentes versorgt wird[2]). Der Omo-hyoideus erstreckt sich in den meisten Fällen von dem vorderen Rande des ventralen Bereiches der Scapula nach dem Zungenbein, wo er in der Regel an den gleichen Theilen wie der Sterno-hyoideus, dicht neben demselben, sich inserirt. Neben diesen normalen Anheftungen findet sich aber ein grosser Wechsel der Ursprünge. Der Muskel kann von Korakoid und Scapula entspringen (*Echidna*) oder vom Korakoid resp. der hier liegenden Fascie allein (*Equus*) oder von der Clavicula (gewisse Chiropteren) oder von Scapula und Clavicula (*Troglodytes* indiv.), er kann sich fernerhin auf die Schultermuskelfascie lokalisiren und zugleich neue Verbände mit den benachbarten Muskeln (Deltoides, Trapezius) eingehen (*Sus*, *Hippopotamus*) und kann endlich unter partieller Rückbildung und Verminderung seiner Länge (rostralwärts gehende Zusammenziehung) neue Ursprünge an den Proc. transversi der Halswirbel gewinnen (Ruminantia); schliesslich kann er ganz in Rückbildung treten (Edentaten, *Hyrax*, viele Rodentia, zahlreiche Insectivora und Chiroptera, viele Carnivora incl. Pinnipedia, vereinzelte Simiae). Danach sind dem Muskel auch mannichfache Namen (Mm. omo-coraco-hyoideus, coraco-hyoideus, cleido-hyoideus, omo-cleido-hyoideus, fascio-hyoideus, spondylo-hyoideus etc.) gegeben worden. Fast alle diese verschiedenen Ursprünge werden auch als Varietäten beim Menschen beobachtet, und unter diesen tritt namentlich der Cleido-hyoideus resp. Omo-cleido-hyoideus nicht allein durch seine Häufigkeit in den Vordergrund, sondern bringt auch in vielfach von Anderen und mir beobachteten Fällen den Omo-hyoideus mit dem Sterno-hyoideus in direkten

---

1) Aus dem vom Trigeminus versorgten vordersten Segmente des Constrictor superficialis ventralis hervorgegangen und im weiteren Verlaufe der Entwickelung in Mylohyoideus und vorderen Bauch des Digastricus mandibulae differenzirt.

2) Bezüglich dieses Muskels verweise ich namentlich auf die guten Bemerkungen von Westling und Leche.

Verband. Die vordere Insertion des Omo-hyoideus kann auch partielle Aberrationen zeigen, von denen namentlich die bei *Echidna* beobachtete und auch in menschlichen Varietäten parallelisirte am Thyreoid von Interesse ist[1]. — Sterno-hyoideus (superficialis) und Omo-hyoideus sind, wie die ihnen Abstammung gebende hypobranchiale Muskulatur, auch in wechselnder Weise durch Inscriptiones tendineae unterbrochen, wobei ich hinsichtlich des Details auf die bezügliche Litteratur verweise[2].

Der M. sterno-hyoideus profundus hat mit der höheren Ausbildung des Thyreoids aus Resten des 2. und 3. Branchiale eine Unterbrechung in den hinteren (caudalen) Sterno-thyreoideus und den vorderen (rostralen) Thyreo-hyoideus erlitten; doch kommen partielle direkte Uebergänge beider Muskeln, also ein partielles ununterbrochenes Erstrecken des Muskels vom Sternum bis zum Hyoid (namentlich im lateralen Bereiche) bei Mensch und anderen Säugethieren nicht selten noch zur Beobachtung. Der Sterno-thyreoideus repräsentirt einen von dem Sterno-hyoideus (superficialis) bedeckten und mit ihm namentlich am Ursprunge, doch auch in grösserer Ausdehnung (p. 537) zusammenhängenden Muskel, der in ähnlicher Ausbreitung wie der Sterno-hyoideus, meist aber ein wenig weiter als dieser hinabreichend, von der Innenfläche des Manubrium sterni entspringt, von da aus aber bei verschiedenen Säugern bis auf Corpus und selbst Proc. xiphoides (*Echidna*, gewisse Edentaten), sowie die angrenzenden Rippenenden weitergreifen kann. Der Trachea und Glandula thyreoidea direkt aufliegend und ebenfalls in wechselnder Weise unterbrochen, verläuft er nach vorn und endet an der Aussenfläche des Thyreoids (Branchiale 2 und 3). Von da setzt er sich als Thyreo-hyoideus weiter fort und endet schliesslich am hinteren Horn des Zungenbeins (Branchiale 1) und dem angrenzenden Theil der Copula hyoidea. Bei dem Menschen und einzelnen Säuge-

1) Hinsichtlich des Details des Omohyoideus sind insbesondere Gegenbaur (1875), Albrecht (1876), Anderson (1881), Leche (1889), sowie die Zusammenstellungen der menschlichen Muskelvarietäten von Macalister (1871), mir (1875), Krause (1880. III) und Testut (1884) einzusehen. Bezüglich des gegenseitigen Verhaltens zwischen M. omohyoideus und den Mm. sterno-hyoidei bestehen zwischen Gegenbaur und Albrecht differente Auffassungen. Ersterer vertritt den Standpunkt, dass beide Muskeln ursprünglich zusammengehören und erst sekundär durch Ausfall eines mittleren Theiles gesondert wurden, während Albrecht beide als von Anfang an heterogene Muskeln, den Sterno-hyoideus als einen Abkömmling des Omozonio-hyoides (System des Rectus), den Omo-hyoideus dagegen als einen Descendenten der letzten Interbranchiales interni (nach Albrecht System des Obliquus internus) auffasst. Die obige Darstellung ergiebt, dass ich mich in dieser Kontroverse ganz Gegenbaur anschliesse. Albrecht, dessen Abhandlung im Detail manches Verdienstliche enthält, irrte in den wesentlichsten Punkten, und zwar namentlich darin, dass er einmal unter den Interbranchiales interni ganz heterogene, grundverschieden innervirte Muskeln (den cerebralen Constrictor superficialis ventralis und die spinalen Coraco-arcuales) konfundirte (vergl. meine früheren Bemerkungen auf p. 418, 460 Anm. 1, 469 Anm. 1), ferner, dass er den an dem letzten oder den beiden letzten Kiemenbogen der Selachier inserirenden Coraco-branchiales (Interbranchiales interni V. und VI. Albrecht's) eine durch keine Zwischenbefunde motivirte Aberrationsfähigkeit der Insertionen nach vorn bis zu dem Bereiche des Zungenbeins zuertheilte. Die letztgenannten Muskeln sind bei den Amphibien und Amnioten völlig geschwunden, der Omo-hyoideus derselben ist aber als seitliche Verbreiterung des Coraco-hyoideus der Selachier in das skapulare Gebiet (was schon durch die Befunde bei den Holocephalen illustrirt wird) in seinen ersten Anfängen demonstrirbar.

2) Interessant sind die Fälle, wo, wie z. B. bei *Myrmecophaga*, mit der sekundären Ausbreitung des Ursprunges über die ganze Innenfläche des Sternum bis zum Proc. xiphoides auch dieser intrathorakale Theil des Muskels Inscriptiones aufweist. Ob dieselben ganz neu gebildete sind oder zum Theil Resten eines durchgehenden Rectus-Systemes ihre Entstehung verdanken, ist noch nicht untersucht. Die von Pouchet (1874 p. 74 und 160) angegebene Innervation, namentlich die Art und Stelle des Eintrittes des N. sterno-glossus ist der letzteren Alternative nicht günstig.

thieren kann er weitere Sonderungen darbieten; vereinzelten Mammalia fehlt er. Häufig (beim Menschen) aberriren Fasern von ihm und dem Sterno-thyreoideus an die Glandula thyreoidea (Mm. levatores und depressores gland. thyreoideae), seltener an das Cricoid und die Trachea. Alle diese Aberrationen sind durchgehend als sekundäre zu beurtheilen. Partielle Verbindungen mit dem Hyo-glossus sind ebenfalls bei zahlreichen Säugethieren und in menschlichen Varietäten zu beobachten. Das leitet über zu den Fällen, wo Sterno-thyreoideus und Thyreo-hyoideus unter Verbindung mit einander und mit dem Hyo-glossus und unter Aufgabe ihrer Anheftungen am Thyreoid und Hyoid ausgedehntere direkte Beziehungen zur Zunge gewinnen und den schon oben (p. 538) erwähnten M. sterno-glossus verstärken helfen (*Echidna*, gewisse Edentaten).

Den suprahyoidalen Bereich des Halses nehmen der M. genio-hyoideus und die Zungenmuskeln ein. Der Genio-hyoideus bildet die vordere Fortsetzung der infrahyoidalen Längsmuskulatur; er entspringt von dem Zungenbein und inserirt an dem medialen Bereiche der Mandibula, wobei er zu dem Muskel der Gegenseite und in seinem sonstigen Verhalten mancherlei Variirungen darbieten kann, welche jedoch von geringerem Interesse sind. Ausnahmsweise (*Epomophorus*, nach Dobson) kann er auch fehlen[1]). Die Zungenmuskulatur besteht theils aus den Mm. genio-glossus, hyo-glossus und stylo-glossus, welcher letztere einer lateral resp. latero-dorsal gehenden Ausbreitung des Hyo-glossus über den grösseren Abschnitt des Hyoidbogens seine Entstehung verdankt, theils aus den eigentlichen Binnenmuskeln der Zunge (Longitudinales, Transversi und, wenngleich noch nicht sicher erwiesen, Perpendiculares linguae). Die Diffenzirung der Binnenmuskulatur aus den drei zuerst erwähnten Muskeln ist wie bei den Sauropsiden nicht fraglich, im Detail aber noch nicht genauer nachgewiesen.

Dass die Mm. digastricus mandibulae, mylo-hyoideus und stylo-hyoideus nichts mit der hypobranchialen spinalen Muskulatur zu thun haben, sondern den von den Nn. trigeminus und facialis versorgten Segmenten des ursprünglichen Constrictor superficialis ventralis entstammen, kann hier nur wiederholt werden. Desgleichen sind die kleinen tiefen Längsmuskeln, welche das vordere und hintere Zungenbeinhorn (Hyoid und Branchiale 1), sowie das vordere und hintere Thyreoidhorn (Branchiale 2 und 3) mit einander verbinden, von dem ventralen Constrictor abzuleiten; ersterer wird durch den vom N. glossopharyngeus innervirten M. interhyoideus s. kerato-hyoideus internus vieler Säugethiere[2]), letzterer durch den von dem N. vagus versorgten M. interthyreoideus der Monotremen[3]) repräsentirt.

1) Ob der M. cerato-hyoideus von Owen (*Myrmecophaga*) zu ihm gehört, ist erst noch zu entscheiden.

2) Cératoïdien latéral ou petit cérato-hyoïdien Cuvier, Hyoideus lateralis Bendz, Cerato-hyoideus brevis Kinberg, Intercornualis Owen, kurzer oder dreieckiger Zungenbeinmuskel Leisering, Kerato-hyoideus Ellenberger, Kerato-thyro-hyoid Shattock, Interhyoideus Dubois. Sein Vorkommen als seltene menschliche Varietät wurde von Shattock (1883 p. 124) und Dubois (1886 p. 226) nachgewiesen, die Innervation durch den N. glosso-pharyngeus von Dubois erkannt.

3) Der Interthyreoideus wurde von Dubois (1886 p. 226) bei den Monotremen aufgefunden und dabei zugleich seine Versorgung durch den N. vagus erwiesen. Ueber ihn und seine Beziehungen zu dem Interhyoideus ist Dubois

G. Zusammenfassung und Vergleichung der wesentlicheren Befunde bei den Ganoiden, Teleostiern, Dipnoern, Amphibien, Sauropsiden und Mammalia mit denen bei den Selachiern.[1])

Den occipitalen und occipito-spinalen Nerven der Selachier und Holocephalen entsprechende Nervenelemente finden sich in der Regel bei allen auf diese beiden Abtheilungen folgenden höheren Wirbelthierklassen; wo sie gänzlich fehlen, liegt eine sekundäre Rückbildung vor. Allenthalben lässt sich auf Grund ihres Ursprunges und Abganges von der Medulla, ihres Durchtrittes durch den Schädel und ihres sonstigen peripherischen Verhaltens ihre Homodynamie mit spinalen Nerven sicher erkennen.

Die dorsalen Wurzelelemente bilden hierbei den mehr veränderlichen und vergänglichen, die ventralen den etwas beständigeren Faktor; so kommt es, dass auch hier wie bei den Selachiern und Holocephalen die Mehrzahl derselben der dorsalen Wurzeln entbehrt. Diese vorauseilende Reduktion der dorsalen Wurzeln zeigt übrigens einen ziemlich beträchtlichen graduellen Wechsel und bindet sich an keine systematischen Grenzen. Bei ausgewachsenen Thieren wurde das Maximum bei *Odontaspis*, den Holocephalen und Sauropsiden gefunden, wo den kompleten, aus dorsalen und ventralen Wurzeln bestehenden Nerven 5 nur von ventralen Wurzeln gebildete vorausgingen; 4 derartige Nerven finden sich bei verschiedenen Haien und Sauropsiden, 3 bei Haien, den meisten Rochen, den Knorpelganoiden, ausnahmsweise bei Dipnoern und bei vielen Mammalia, 2 bei einigen Rochen, häufiger bei Knorpel- und Knochenganoiden, meistens bei Dipnoern und nicht selten bei Säugethieren, 1 ganz vereinzelt bei Rochen, ferner bei *Polypterus* und *Lepidosteus*, bei zahlreichen Teleostiern, vereinzelt bei Dipnoern, in der Regel bei Amphibien (excl. opisthoglosse Anuren) und ausnahmsweise bei Säugethieren. Fälle, wo der erste spino-occipitale resp. spinale Nerv aus beiden Wurzeln zusammengesetzt war, kommen oft bei Teleostiern und fast regelmässig bei den opisthoglossen Anuren zur Beobachtung.

Bei den bisher untersuchten Embryonen waren diese Differenzen in der Zahl der rein motorischen und der kompleten gemischten Nerven meistens kleinere, weil

---

nachzulesen. — Dass der longitudinale Verlauf der Fasern des Interhyoideus und Interthyreoideus die Zugehörigkeit zu dem Konstriktoren-System des Visceralskeletes nicht verbietet, erhellt aus den sehr wechselnden Richtungsverhältnissen schon innerhalb der Selachier, wo zahlreiche ursprünglich transversale Abschnitte des Konstriktors successive eine Längsrichtung gewonnen haben. Uebrigens finden sich die Homologa des Ersteren auch bei Fischen, Amphibien und Sauropsiden (vgl. pp. 479, 494 Anm. 2, 511 Anm. 1), und ebenso zeigen gewisse Teleostier (s. Vetter 1878 p. 518) Muskelgebilde erhalten, welche dem Letzteren verglichen werden können.

1) Auch hier sind fremde und eigene Befunde zur einheitlichen Darstellung verschmolzen. Die genaue Scheidung der ersteren von den letzteren nebst bezüglichen Litteraturnachweisen findet sich in den vorhergehenden Kapiteln.

hier die dorsalen Wurzeln sich in weiterer Ausbreitung anlegen und erst im ferneren Verlaufe der Entwickelung rückbilden.

Die vollkommene Reduktion der dorsalen Wurzeln erstreckt sich auch bei den erwachsenen Thieren in sehr verschiedenem Grade kaudalwärts nach hinten: bei den Notidaniden, ganz vereinzelt bei pentanchen Haien, sowie individuell einmal bei *Ceratodus*, schliesst sie mit *y* ab; bei zahlreichen Haien, den meisten Ganoiden und in der Regel bei den Dipnoern erstreckt sie sich bis *z*, bei den meisten Haien, *Amia*, vielen Teleostiern und den meisten Amphibien bis 1 resp. *a*, bei einzelnen Haien, den meisten Rochen, vielen Teleostiern und ganz vereinzelten opisthoglossen Anuren bis 2 resp. *b*, bei *Odontaspis*, den Holocephalen und den meisten Mammalia bis 3 resp. *c*, bei den meisten Sauropsiden und vereinzelt bei Säugethieren bis 4 (resp. den ersten freien Spinalnerven derselben), und endlich bei vielen Sauropsiden, namentlich den Vögeln, bis 5 (resp. den zweiten freien Spinalnerven). — Bezüglich der Embryonen gilt das oben Gesagte.

Den die Reduktion der dorsalen Wurzeln herbeiführenden und beschleunigenden Faktor finde ich in erster Linie in dem Zusammenwirken des rostralwärts gehenden Vorschiebens der von Spinalnerven versorgten Elemente mit der hohen Ausbildung der Rami laterales und sonstigen Hautäste der Gehirnnerven (Trigeminus, Acustico-facialis, Glossopharyngeus, Vagus), welche schon in recht früher Zeit durch weitere Ausbreitung der von ihnen versorgten sensibeln Gebiete die spinalen Hautgebiete beeinträchtigten und in der hinteren Kopfregion besiegten und zum successiven Schwunde brachten. Bei den höheren Vertebraten kommen die letzterwähnten Faktoren grösstentheils in Wegfall; hier treten andere, nur zum kleinsten Theile von ihnen ableitbare (sensible Zweige des Trigeminus), grösstentheils aber mehr caudalen Spinalnerven angehörige Hautäste auf, welche frei von Hemmung sich in dem bezüglichen Gebiete ausbreiten und die etwa noch vorhandenen spärlichen sensibeln Reste der spino-occipitalen Nerven nicht wieder zu einer besseren Entfaltung gelangen lassen. —

Die schon innerhalb der Selachier und Holocephalen in der Richtung von vorn nach hinten sich abspielende Reduktion der spino-occipitalen und spinalen Nerven in toto[1]) schreitet durch die von den Ganoiden bis zu den Säugethieren führende Reihe[2]) weiter. Anfangs nur durch das successive Schwächerwerden der vorderen (rostralen) Nerven und die Verschmälerung der ihnen Ursprung gebenden Zellensäule erkennbar, gelangt sie schliesslich zur vollkommenen Reduktion des occipitalen und eventuell auch des ersten occipito-spinalen resp. spinalen Nerven bei den ausgebildeten Stadien der höheren Wirbelthiere. Hierbei sind innerhalb fast jeder Klasse der Wirbelthiere bei den erwachsenen Thieren primitivere, durch mehr,

1) D. h. der Nerven mit ihren dorsalen und ventralen Wurzeln.

2) Selbstverständlich fasse ich diese Reihe von den Ganoiden bis zu den Säugethieren nicht als eine genealogische Entwickelungsreihe auf. Allenthalben finden sich die Endausläufer der verschiedensten Entwickelungsrichtungen.

und höhere, durch weniger vordere Nerven gekennzeichnete Repräsentanten zu unterscheiden. Bei den Selachiern schwanken die Grenzen zwischen 5 und 0 Occipitalnerven, individuell kann bei Rochen selbst der 1. Spinalnerv rückgebildet sein; bei den Holocephalen finden sich 2 Occipitalnerven; bei den Ganoiden führt der Rückbildungsprocess von 3 resp. 2 Occipitalnerven (Knorpelganoiden) zu 2 und meistens 1 Occipitalnerv (Knochenganoiden), wobei dieser letzte bei *Amia* sehr schwach wird und vielleicht selbst individuell gänzlich schwindet; von hier aus bekunden die Teleostier einen wesentlich weiteren Schritt in der Reduktion, indem hier nicht nur alle Occipitalnerven, sondern auch der 1. occipito-spinale Nerv vollständig rückgebildet ist; dagegen schliessen sich die Dipnoer in der Existenz von 3 oder 2 Occipitalnerven den Knorpelganoiden an; die Amphibien besitzen in der Regel (mit Ausnahme eines individuellen Befundes bei *Cryptobranchus*) keinen Occipitalnerven mehr, bei vielen Vertretern derselben (opisthoglosse Anuren) ist selbst der 1. Spinalnerv geschwunden; Aehnliches zeigen die Sauropsiden und Mammalia, indem bei diesen in der Regel (mit Ausnahme eines noch nicht gesicherten Befundes bei *Echidna*) auch alle Occipitalnerven rückgebildet sind, nicht selten auch der 1. occipito-spinale Nerv völlig verkümmert; ob bei einzelnen derselben auch der 2. occipito-spinale Nerv diesem Reduktionsprocesse gänzlich verfällt, erscheint noch zweifelhaft. — Die embryonalen Stadien rekapituliren hierbei noch in den meisten Fällen Theile der vergänglichen Erbschaft von den früheren Vorfahren.

Die fortschreitende Rückbildung der occipitalen und des ersten spinalen, resp. occipito-spinalen Nerven — und zwar handelt es sich hierbei, da die Reduktion der dorsalen Wurzeln vorauseilend schon zuvor stattgefunden hat, um die ventralen Wurzeln — fällt zusammen mit derjenigen ihrer Endorgane, d. h. der epibranchialen spinalen Muskeln, des vorderen (rostralen) Abschnittes der hypobranchialen spinalen Muskulatur und der ersten Myomeren des Seitenrumpfmuskels; deren Rückbildung bildet naturgemäss das causale Moment für die Verkümmerung der sie innervirenden motorischen Nervenfasern. Die Reduktion der epibranchialen spinalen Muskulatur vollzieht sich ungemein früh, schon innerhalb der Selachier, weil diese kleinen Muskeln von vorn herein für die Bewegung der Kiemen von geringerer Bedeutung waren und leicht entbehrt werden konnten, weiterhin aber auch durch die zweckmässigere Ausbildung anderer von N. glossopharyngeus und N. vagus versorgter Muskeln funktionell ersetzt wurden und weil überhaupt der Kiemenapparat schon innerhalb der Selachier einem ziemlich vorgeschrittenen Rückbildungsprocesse verfiel; ihre Verkümmerung bedingt hauptsächlich die Differenzen in der Zahl der occipitalen Nerven innerhalb der Selachier. Für die Verkümmerung der Anfänge der hypobranchialen spinalen Muskulatur und des Seitenrumpfmuskels dürfte das rostralwärts gehende Vordrängen der mehr hinteren (caudalen) Myomeren den wesentlichsten Faktor bilden; dieselben konnten unter günstigeren Angriffspunkten und weniger von sonstiger hemmender Nachbarschaft behindert funktioniren, erstarkten somit mehr und mehr, während ihre vorderen Homodyname unter den ihrer Leistungsfähigkeit gewährten ungünstigeren Bedingungen schwächer und schwächer wurden, und traten

schliesslich ganz in deren Arbeitsgebiet ein, sie mehr oder minder vollkommen ersetzend.

So, von vorn nach hinten fortschreitend, verläuft dieser Reduktionsprocess der spino-occipitalen Nerven in der Regel. Doch finden sich bei Teleostiern, Dipnoern, Sauropsiden und Mammalia Ausnahmefälle, wo auf einander folgende Nerven auch gleich stark oder von kaudalwärts abnehmender Dicke sein können; sekundäre Rückbildungen der von ihnen versorgten, mehr kaudal liegenden Endorgane (z. B. der vorderen Extremität bei Teleostiern und z. Th. bei Dipnoern) oder höhere Entfaltung des mehr rostral liegenden Endgebietes (Zunge bei gewissen Sauropsiden und Mammalia) sind hierbei das Bedingende. Auch können die zwei vorderen Nerven zusammenfliessen und dann in ihrer Summe einen dickeren Nervenstamm ausmachen als der auf sie folgende (viele Teleostier und Amnioten). Zu Folge besonderer Umbildungen an den Wirbel- resp. Occipital-Bogen kann es hierbei auch zur gänzlichen Reduktion eines Nerven innerhalb der Reihe kommen; so verkümmert nach SAGEMEHL's Nachweisen unter den Teleostiern bei den Ostariophysen der zweite vorhandene occipito-spinale Nerv (*c*), während der erste (*b*) persistirt.

Die von vorn her fortschreitende Reduktion occipitaler und occipito-spinaler Nerven wird theilweise kompensirt durch die von hinten her geschehende Angliederung neuer Spinalnerven und ihre Umbildung in occipito-spinale Nerven. Doch zeigt dieser Process keine Regelmässigkeit; auch geht er nur ausnahmsweise (Knorpelganoiden) über das bei den Holocephalen beobachtete Maass hinaus. Die hier nachgewiesene Dreizahl (*a*, *b*, *c*) findet sich als Maximum auch in der Regel bei den Knochenganoiden, Teleostiern, Sauropsiden und Amnioten; bei den Amphibien unterbleibt jede Einverleibung occipito-spinaler Nerven in das Cranium.

Alle diese Verhältnisse möge die folgende Zusammenstellung, in der zugleich die Anwesenheit oder Abwesenheit der ventralen und dorsalen Nervenwurzeln, sowie die Vereinigung gewisser Nerven berücksichtigt wird, übersichtlich zur Anschauung bringen[1]):

v^v. w^v. x^v. y^v. z^{vd}. 1^{vd}. 2^{vd}. 3^{vd}. 4^{vd}. 5^{vd}. 6^{vd} Notidaniden.

w^v. x^v. y^v. z^{vd}. 1^{vd}. 2^{vd}. 3^{vd}. 4^{vd}. 5^{vd}. 6^{vd} Notidaniden (inclusive *Chlamydoselachus*[2]).

w^v. x^v. y^v. z^v. 1^{vd}. 2^{vd}. 3^{vd}. 4^{vd}. 5^{vd}. 6^{vd} *Centrophorus calceus*, *Echinorhinus*.

1) Wie früher sind in derselben die occipitalen Nerven mit den Endbuchstaben, die occipito-spinalen Nerven mit den Anfangsbuchstaben des lateinischen Alphabetes und die freien spinalen Nerven mit Zahlen (in der Folge nach dem letzten Occipitalnerven) bezeichnet; *c* (3), *d* (4)... bedeutet Uebergangsnerv zwischen spinaler und occipito-spinaler Bildung, sei es durch unvollkommene Wirbelassimilation, sei es durch partielle Wurzeleinverleibung in das Cranium. Ein beigefügtes *v* drückt aus, dass allein ventrale Wurzeln noch vorhanden sind; *vd*, dass der Nerv ein kompleter, aus ventralen und dorsalen Wurzeln bestehender ist; 0 (innerhalb der Reihe, z. B. bei Teleostiern) bezeichnet die völlige Rückbildung des ganzen Nerven. Die Punkte (.) zwischen den einzelnen Buchstaben und Zahlen bedeuten, dass die bezüglichen Nerven separat verlaufen; +, dass sie verbunden durch die gleiche Oeffnung treten; ±, dass sie bald verbunden, bald separat austreten können.

2) Ob *Chlamydoselachus z* auch eine dorsale Wurzel besitzt, ist aus GARMAN's Zeichnung nicht ersichtlich.

		x^{vd}.	y^{vd}.	z^{vd}.	1^{vd}.	2^{vd}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Selachierembr. (BEARD, DOHRN[1]), HOFFMANN[2])).
		x^{v}.	y^{vd}.	z^{vd}.	1^{vd}.	2^{vd}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Embryonen von *Pristiurus* (OSTROUMOFF).
		x^{v}.	y^{v}.	z^{vd}.	1^{vd}.	2^{vd}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Aeltere Embryonen von *Acanthias*, *Mustelus*; individueller Befund bei *Cestracion*.
		x^{v}.	y^{v}.	z^{v}.	1^{vd}.	2^{vd}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	*Laemargus* (indiv.), *Prionodon* (ind.).
		x^{v}.	y^{v}.	z^{v}.	1^{v}.	2^{vd}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Viele pentanche Haie.
			y^{v}.	z^{v}.	1^{v}.	2^{vd}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Meiste pentanche Haie.
			y^{v}.	z^{v}.	a^{v}.	2^{vd}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	*Mustelus* u. *Prionodon* (ROSENBERG)[3]).
			y^{v}.	z^{v}.	1^{v}.	2^{v}.	3^{v}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	*Odontaspis*.
				z^{v}.	1^{v}.	2^{v}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Meiste Rochen.
					1^{v}.	2^{v}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Einzelne Rochen (*Torpedo*, *Raja*[4])).
						2^{v}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	*Raja* (indiv.).
			y^{v}.	z^{v}.	a^{v}.	b^{v}.	$+c^{v}$.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Holocephalen.
v^{v}.	w^{v}.	x^{vd}.	y^{vd}.	z^{vd}.	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	Embryonen von *Acipenser ruthenus* (SEWERTZOFF).
		x^{v}.	y^{v}.	z^{v}.	a^{vd}.	b^{vd}.	c^{vd}.	d^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	*Acipenser ruthenus* juv.
			y^{v}.	z^{v}.	a^{vd}.	b^{vd}.	c^{vd}.	d^{vd}.	$e^{vd}.f(6)^{vd}$		*A. ruthenus*, *A. sturio*, *Polyodon*.
			y^{v}.	z^{v}.	a^{vd}.	b^{vd}.	c^{vd}.	d^{vd}.	e^{vd}.	f^{vd}	*Acipenser ruthenus*, *A. sturio*.
			y^{v}.	z^{v}.	a^{vd}.	2^{vd}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	*Polypterus*.
				z^{v}.	a^{vd}.	2^{vd}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	*Polypterus*.
				z^{v}.	a^{vd}.	b^{vd}.	$c^{vd}.d(4)^{vd}$.		5^{vd}.	6^{vd}	*Lepidosteus*.
				z^{v}.	a^{v}.	b^{vd}.	c^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	*Amia*.
					a^{v}.	b^{vd}.	c^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	*Amia* (VAN WIJHE, SAGEMEHL).

1) Sehr abweichend von diesen Angaben BEARD's und DOHRN's lauten neuere Mittheilungen von SEDGWICK (1896 p. 105), die ich erst erhielt, nachdem der erste die Selachier behandelnde Abschnitt bereits gedruckt war, und die ich daher nur an dieser Stelle nachträglich einfügen kann. SEDGWICK bemerkt: „I may mention that in *Scyllium* there are a number of anterior roots next the head, varying in number from three to five, according to the age of the embryo, without posterior roots. They no doubt give rise, as has been suggested by others, to the so-called anterior roots of the vagus.“ Falls es gesichert ist, dass es sich hier wirklich durchaus um occipitale Nerven und nicht auch zum Theil um spinale Nerven handelt, und falls SEDGWICK die Fünfzahl jüngeren, die Dreizahl älteren Embryonen zuschreibt, würde *Scyllium* während seiner ontogenetischen Entwickelung zuerst v^{v}. w^{v}. x^{v}. y^{v}. z^{v} (also notidanidenartige Verhältnisse) darbieten, dann aber unter Rückbildung von v und w zu dem gewöhnlichen Zustande von drei occipitalen Nerven (x^{v}. y^{v}. z^{v}) gelangen. Die obige Fassung lässt aber auch daran denken, dass SEDGWICK bei jüngeren Embryonen drei, bei älteren fünf solcher Nerven fand, in welchem Falle an eine sekundäre Assimilation der beiden letzten (ähnlich wie dies bei *Acanthias*, *Mustelus* und *Prionodon* für einen letzten angegeben wurde) gedacht werden muss. Jedenfalls sind zunächst noch genauere keinen Zweifel in der Deutung zulassende Mittheilungen und Belege SEDGWICK's abzuwarten.

2) Nach HOFFMANN wandelt sich, wenn ich ihn recht verstehe, 1^{vd} von *Acanthias* im weiteren Verlaufe der Ontogenese in a^{vd} um, während x und y sich vollkommen zurückbilden.

3) So nach meiner Deutung der ROSENBERG'schen Befunde bei *Mustelus* und *Prionodon*.

4) Zugleich nachträgliche Bemerkung zu p. 359. Damit stimmt auch EWART's Mittheilung (1895 p. 479), die mir erst nach Abschluss des 1. Abschnittes zukam, wonach *Raja* keine durch das Cranium gehenden Spinalnerven habe und die beiden ersten Spinalnerven nur ventrale Wurzeln besitzen.

				b^{vd}.	c^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Meiste Physostomen.
				b^{v}.	c^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	
				b^{vd}.	0.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Ostariophysen.
				b^{vd}.	c^{vd} +	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Einzelne Physostomen.
				b^{vd} +	c^{vd} ±	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Anacanthinen, Acanthopteren.
				b^{v} +	c^{vd} ±	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	
x^{v}.	y^{v}.	z^{vd}.	a^{vd}.	b^{vd}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	*Ceratodus* (indiv., 1 mal).
x^{v}.	y^{v}.	z^{v}.	a^{vd}.	b^{vd}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	*Protopterus*, *Lepidosiren* (?)
	y^{v}.	z^{vd}.	a^{vd}.	b^{vd}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	*Ceratodus* (indiv., 1mal).
	y^{v}.	z^{v}.	a^{vd}.	b^{vd}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	*Ceratodus*, *Protopterus*.
	y^{v}.	z^{v}.	a^{vd}.	$b^{vd}.c(3)^{vd}$.		4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	*Ceratodus*.
	y^{v}?.	z^{v}?.	1^{vd}.	2^{vd}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Junge Amphibien-Embryonen (Chiarugi, Sewertzoff)[1].
		z^{v}.	1^{v}.	2^{vd}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	*Cryptobranchus* (indiv., 1 mal).
			1^{vd}.	2^{vd}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Embryonen der Amphibien.
			1^{v}.	2^{vd}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Gymnophionen, Urodelen, aglosse Anuren.
				2^{vd}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Opisthoglosse Anuren.
				2^{v}.	3^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	
x^{v}?.	y^{v}.	z^{v}.	a^{v}.	b^{vd}.	c^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Junge Embryonen von *Lacerta* (nach van Bemmelen).
	y^{v}.	z^{v}.	a^{vd}.	b^{vd}.	c^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Junge Embryonen von *Lacerta* (Chiarugi) und vielleicht *Tropidonotus* (Ch.).
		z^{v}.	a^{v}.	b^{vd}.	c^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Aeltere Embryonen von *Ptychozoon*.
		z^{v}.	a^{v}.	b^{v}.	c^{vd}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Aeltere Embryonen von *Lacerta* und *Tropidonotus*.
		$z^{vd?}$?	$a^{vd?}$.	$b^{vd?}$.	$c^{vd?}$.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Vogelembryonen (van Wijhe)[2].
			$a^{vd?}$.	$b^{vd?}$.	$c^{vd?}$.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Vogelembryonen (Chiarugi)[2].
			a^{v}.	b^{v}.	c^{v}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Viele Reptilien, einzelne Vögel (Erwachsene und Embryonen).
			a^{v} +	b^{v}.	c^{v}.	4^{vd}.	5^{vd}.	6^{vd}	Meiste Reptilien, einige Vögel.

1) Die Nerven *y* und *z* sind auch bei den jüngsten Amphibien-Embryonen bisher nicht beobachtet worden. Da aber Chiarugi und Sewertzoff die ontogenetische Existenz von zwei kranialen Myomeren angeben, ist das Vorhandensein dazugehöriger occipitaler Nerven in sehr früher embryonaler Zeit möglich, wenn nicht in einem gewissen Grade wahrscheinlich; beide erst noch nachzuweisende Nerven wurden daher mit ? der Tabelle eingereiht.

2) Hinsichtlich der dorsalen Wurzeln von *z*, *a*, *b* und *c* bei Vogel-Embryonen wird von van Wijhe und Chiarugi angegeben, dass sie in den Vagus übergehen; desgleichen erwähnt Zimmermann bei *Lepus* und *Homo*, dass die dorsalen Wurzeln von *x*, *y*, *z* und *a* im Vagus steckten. Ich habe darum in der obigen Rekapitulation alle diese dorsalen Wurzelanlagen, bei denen übrigens gangliöse Anlagen nach Art von Spinalganglien auch nicht sicher nachgewiesen wurden, mit ? versehen. Van Wijhe führt auch nur ein Myotóm (welches *z* entspricht) an, aber nicht zugehörige Nerven; ich habe darum auch dem ganzen Nerven *z* an der bezüglichen Stelle ein ? gegeben.

$a^v.\ b^v.\ c^v.\ 4^v.\ 5^v.\ 6^{vd}$	Aeltere Vogelembryonen (Chiarugi).
$b^v.\ c^{vd?}.\ 4^{vd}.\ 5^{vd}.\ 6^{vd}$	Embryonen von *Gallus* (Béraneck).
$b^v.\ c^v.\ 4^{vd}.\ 5^{vd}.\ 6^{vd}$	Einzelne Reptilien (wahrsch. Ophidier, Krokodile), meiste Vögel (Embryonen nach Froriep und Erwachsene).
$w^v?.\ x^v?.\ y^v.\ z^v.\ a^v.\ b^{vd}.\ c^{vd}.\ 4^{vd}.\ 5^{vd}.\ 6^{vd}$	Embryonen v. *Cavia* (nach Chiarugi).
$x^{vd}?.\ y^{vd?}.\ z^{vd?}.\ a^{vd?}.\ b^{vd}.\ c^{vd}.\ 4^{vd}.\ 5^{vd}.\ 6^{vd}$	Embryonen von *Lepus* und *Homo* (nach Zimmermann)[1].
$y^{vd?}.\ z^{vd?}.\ a^{vd?}.\ b^{vd}.\ c^{vd}.\ 4^{vd}.\ 5^{vd}.\ 6^{vd}$	Embryonen von *Felis* (Martin).
$z^v.\ a^v.\ b^{vd}.\ c^{vd}.\ 4^{vd}.\ 5^{vd}.\ 6^{vd}$	Embryonen von *Lepus* (Chiarugi).
$z^v?.\ a^v.\ b^v.\ c^v.\ 4^{vd}.\ 5^{vd}.\ 6^{vd}$	*Echidna* (indiv.).
$a^v.\ b^{vd}.\ c^{vd}.\ 4^{vd}.\ 5^{vd}.\ 6^{vd}$	Embryonen verschiedener Säugethiere, *Sus* adult. (Beck, indiv.).
$a^v.\ b^v.\ c^{vd}.\ 4^{vd}.\ 5^{vd}\ 6^{vd}$	Mehrere Säugethiere, mittelalte u. ältere Embryonen der meisten untersuchten Säugethiere nebst *Homo* (His).
$a^v.\ b^v.\ c^v.\ 4^{vd}.\ 5^{vd}\ 6^{vd}$	Aeltere Embryonen von *Homo*, viele Säugethiere.
$a^v + b^v.\ c^v.\ 4^{vd}.\ 5^{vd}\ 6^{vd}$	Zahlreiche Säugethiere incl. *Homo*.
$b^v.\ c^v.\ 4^{vd}.\ 5^{vd}\ 6^{vd}$	Verschiedene Säugethiere incl. *Homo*.
$b^v + c^v.\ 4^{vd}.\ 5^{vd}\ 6^{vd}$	
$b^v.\ c^v.\ 4^v.\ 5^{vd}\ 6^{vd}$	Einzelne Vorkommnisse bei Säugethieren incl. *Homo*.
$b^v + c^v.\ 4^v.\ 5^{vd}\ 6^{vd}$	

Die den Nerven, resp. den dorsalen Wurzeln derselben (*d*) beigefügten Fragezeichen rühren von mir her und sollen ausdrücken, dass mir hier die Befunde der Autoren noch nicht vollkommen gesichert erscheinen. Die Schwierigkeiten, welche die betreffenden Untersuchungen namentlich an jüngeren Embryonen mit sich führen können, sowie der Umstand, dass lückenlose Reihen auf einander folgender Stadien bis zum ausgebildeten Zustande nicht immer zu beschaffen waren, dient den Untersuchern gewiss zur Entschuldigung. Bezüglich der dorsalen Wurzeln ist auch dem Umstande Rechnung zu tragen, dass mehrere Embryologen die dorsalen Wurzeln z. Th. mit den Wurzeln des Vago-Accessorius identificiren und unter dieser — für mich unannehmbaren — Voraussetzung gewiss Manches als dorsale Anlagen spino-occipitaler Nerven beschreiben, was von vorn herein zum Vagus-Gebiete gehört[2].

---

1) s. Anm. 2 p. 546.

2) Auch mögen zwei Widersprüche in den Angaben der ontogenetischen Untersucher erwähnt werden. Der eine betrifft das Verhalten der dorsalen Wurzeln resp. Ganglien, hinsichtlich welcher die Einen abortive Ganglienzellenanlagen mit oder selbst ohne davon ausgehende Nervenfasern, die Anderen zellenlose Wurzelrudimente anführen. Das embryonale Vorkommen dorsaler Spinalnervenwurzeln, welche der Ganglienzellen entbehren, entspricht jedenfalls

Die Einverleibung spinaler Nerven in den Schädel und ihre Ueberführung in occipito-spinale Nerven vollzieht sich zunächst ohne besondere Aenderungen in ihrer Konstitution; lediglich der Process der Angliederung und Verschmelzung der sie begrenzenden Skeletelemente (Wirbel resp. Wirbelbogen) mit dem Cranium verleiht ihnen ihre besondere Stellung und neue Benennung gegenüber den spinalen Nerven. Dieser Angliederung (Assimilation) kann sich auch eine Abgliederung (Dissimilation, Disjunktion) als sekundärer, rückläufiger Process gegenüberstellen; derselbe wurde aber nur vereinzelt bei den niedersten Haien (Notidaniden) beobachtet.

Die causalen Momente, welche die Angliederung von Wirbelelementen an das Cranium bedingen, sind in erster Linie, d. h. unmittelbar, durch die Rückbildung der diese Wirbel bewegenden Myomeren gegeben[1]). Ueber diese Rückbildung und die sie bedingenden Faktoren wurden schon oben (p. 543) kurze Andeutungen gegeben. Die gegenseitige Bewegung erhält den Wirbeln ihre Selbstständigkeit; wo sie sich vermindert oder aufhört, gewinnen die von den Wirbelcentren ausgehenden Processe der Chondrifikation oder Ossifikation die Oberhand, überschreiten die bisher durch die Bewegung bestimmten Grenzen und führen zur Verschmelzung der bisher getrennten Elemente. Dazu können noch sekundär sich ausbreitende Deckknochen-Bildungen kommen und die schon vollzogene Verschmelzung noch fester und inniger gestalten; als die sie ursprünglich und eigentlich bedingenden Faktoren möchte ich sie aber nicht ansehen[2]).

Occipitale, occipito-spinale und freie spinale Nerven sind, wie im Vorhergehenden nach allen Richtungen ausgeführt worden, an sich gleichartige, homodyname Gebilde; nur die Art der Assimilation der sie begrenzenden Skeletelemente hat zu ihrer Unterscheidung geführt. Bei den occipitalen Nerven ist der Process der Assimilation schon bei den primitiven Selachiern vollendet[3]); bei den occipito-spinalen

---

nicht den normalen ontogenetischen Verhältnissen und lässt an zweierlei denken: entweder an Anlagen cerebraler Nerven oder an Wurzelrudimente, deren sensible Elemente von vornherein fehlten, während nur die sogenannten durchtretenden (sympathico-motorischen) Fasern zur Anlage gelangten. Hier liegt noch ein Arbeitsfeld für die feinere Untersuchung vor. Der andere Widerspruch bezieht sich auf das korrelative Verhalten der ventralen Wurzeln der spino-occipitalen Nerven und der zu ihnen gehörenden Myotome. Bald werden hier mehr Myotome als Nervenwurzeln, bald mehr Nervenwurzeln als Myotome angegeben. Auch erwähnen die Autoren (z. B. Sewertzoff) bei dem einen Thiere (*Acipenser*) noch postembryonal persistirende ventrale Nervenwurzeln, während die Myotome schwinden, bei dem anderen (*Pelobates*) ein zeitlebens erhalten bleibendes Kopfmyotom ohne motorische Nerven. Selbstverständlich handelt es sich hierbei um Unvollständigkeiten der Untersuchung. Wenn auch bei rudimentären resp. abortiven Anlagen die Möglichkeit vorliegen kann, dass in dem einen Falle der nervöse, in dem anderen der muskulöse Antheil früher in Rückbildung tritt, so ist bei bleibenden Gebilden das korrelative Vorhandensein muskulöser und sie versorgender nervöser Elemente eine morphologische Nothwendigkeit. Beide bedingen sich in ihrer Existenz.

1) Dasselbe gilt für die zahlreichen Verschmelzungen benachbarter Wirbel innerhalb der Wirbelsäule, mögen dieselben auch durch diesen oder jenen weiter liegenden Einfluss mittelbar bedingt werden.

2) Sagemehl (1883 p. 199; 1885 resp. 1891 p. 533) erblickt in der Bildung und Ausbreitung des Parasphenoids den eigentlichen Faktor für die Assimilation der Wirbel in das Cranium; Gegenbaur (1887. B. p. 21) erkennt an, dass diese Auffassung sehr viel Plausibles hat, vermisst aber den Nachweis dafür, dass die Körper der Occipitalbogen in Wirklichkeit einmal über dem Parasphenoid bestanden haben. Ich kann dem Parasphenoid hierbei nur eine mitwirkende Rolle zuertheilen, was u. A. auch durch die zahlreichen Fälle von Wirbelkonkrescenz ohne Betheiligung von Deckknochen illustrirt wird.

3) Ich beziehe mich hierbei auf die fertigen Zustände.

Nerven spielt er sich noch unter unseren Augen bei gewissen höheren Selachiern (Rosenberg) und bei allen anderen höher stehenden Wirbelthieren mit Ausnahme der Amphibien ab; bei den spinalen Nerven besteht die ursprüngliche Freiheit der Wirbel fort. Dementsprechend wurde in dieser Abhandlung bei den occipitalen Nerven von einer primären, bei den occipito-spinalen Nerven von einer sekundären Angliederung an das primordiale Cranium gesprochen, der Schädel der meisten Selachier und der Amphibien unter Benutzung der Sagemehl'schen Nomenklatur als protometamerer, der gewisser höherer Selachier, der Ganoiden, Teleostier, Dipnoer und Amnioten als auximetamerer bezeichnet[1]. Also bloss zeitliche und graduelle Differenzen begründen die Unterscheidung der occipitalen und occipito-spinalen Nerven, die demnach nur eine relative, propädeutische Bedeutung besitzt. Die bisherigen ontogenetischen Ergebnisse, zu deren festerer Fundirung allerdings noch weitere embryologische Untersuchungen erwünscht sind, bestätigen dies. Alle Instanzen weisen darauf hin, die beiden Arten von assimilirten Spinalnerven- und Wirbel-Elementen nicht principiell zu sondern, sondern in toto den primordialen Cerebralnerven und dem von ihnen durchsetzten primordialen Cranium gegenüber zu stellen[2]. Damit aber erweist sich die Gegenbaur'sche Unterscheidung des Palaeocranium und Neocranium[3] als eine viel tiefer fundirte und einschneidendere als diejenige des protometameren und auximetameren Schädels, welche beide nur Unterabtheilungen des Neocraniums bilden.

Mit dieser Abschätzung ihres Werthes mag man aber die Begriffe der occipitalen und occipito-spinalen Nerven und des protometameren und auximetameren Schädels beibehalten, bezeichnen sie doch verschiedene Etappen in der Ausbildung des Neocraniums, die auch zur etappenweisen Scheidung zwischen Schädel (im weiteren Sinne des Wortes) und Wirbelsäule durch Ausbildung besonderer Synarthrosen und Diarthrosen geführt haben. Die ältere Abgrenzung Beider ist gegeben durch die bewegliche Verbindung des protometameren Schädels mit der Wirbelsäule bei den meisten Selachiern und den Amphibien; die jüngere bildet sich erst successive aus und gelangt, von Wirbel zu Wirbel fortschreitend (*Polypterus* mit einem, die meisten *Dipnoi* mit zwei assimilirten occipito-spinalen Wirbeln zeigen hierbei noch die von den anderen Wirbelthieren durchlaufenen phylogenetischen Stadien fixirt), zur Drei-

1) Hatschek (1892 p. 158, 159) giebt in seinem Vortrage über die Metamerie des *Amphioxus* und des *Ammocoetes* im Anschlusse an die Arbeiten Stöhr's und Froriep's dieser Einverleibung von ursprünglichen Spinalnerven und Wirbeln in den Schädel Ausdruck und bemerkt dabei, dass gegenüber den tieferstehenden Gnathostomen bei den Amnioten eine nochmalige Hinzuziehung von Nervensegmenten zum Hypoglossusgebiet und von neuen Wirbelelementen zur Occipitalregion vielleicht stattgefunden habe. Wie aus dem obigen Texte und meinen früheren Ausführungen ersichtlich, gelangte ich zu anderen Ergebnissen bezüglich der Stellung der Amnioten gegenüber den Anamniern. Doch halte ich die Angabe Hatschek's für sehr bemerkenswerth und werde unten (p. 552 Anm. 1) noch einmal darauf eingehen.

2) Ob und in wie weit diese Grenze eine absolute ist oder nicht, wird im 3. Abschnitte dieser Abhandlung besprochen werden.

3) Beide kann man auch als Autocranium und Spondylocranium bezeichnen. Froriep (1882 p. 300) benennt ersteres als cerebralen, letzteres als spinalen oder vertebralen Abschnitt des Schädels.

zahl[1]), welche sich durch ihre weite Verbreitung bei den Holocephalen, *Lepidosteus*, *Amia*, den Teleostiern, *Ceratodus* (individuell), den Sauropsiden und Säugethieren als die typisch gewordene sekundäre Begrenzung des auximetameren Schädels gegen die Wirbelsäule charakterisirt und namentlich bei den höheren Abtheilungen (Amnioten) durch eine in besonderer Weise specialisirte Gelenkbildung auszeichnet.

Die neokranialen oder spino-occipitalen (occipitalen und occipito-spinalen) Nerven stehen somit zu den paläokranialen oder cerebralen (Trigeminus, Acustico-Facialis, Glossopharyngeus und Vago-Accessorius nebst den Augenmuskelnerven) in striktem Gegensatze[2]). Trotzdem sind beide Kategorien von verschiedenen Autoren vereinigt und insbesondere ein Abkömmling der occipito-spinalen Nerven, der N. hypoglossus der Amnioten, zu dem letzten paläokranialen Nerven resp. Nervenkomplex, dem N. vago-accessorius, in nähere Beziehung gebracht worden (Stöhr 1881 p. 99, 100; van Wijhe 1882 p. 42; Gaskell 1886 p. 75 f.; His 1887 p. 398, 401, 423; Wiedersheim 1888 p. 178, 1893 p. 281; Rabl 1889 p. 237; Ostroumoff 1889 p. 364; Zimmermann 1891 p. 109, 113)[3]). Ich brauche hier nicht zu wiederholen, weshalb ich, wie viele andere Autoren, dieser Auffassung nicht zustimmen kann.

Zu der Rückbildung der vorderen von den spino-occipitalen Nerven steht die Vorwanderung der auf sie folgenden Nerven in Korrelation. Diese Vorwanderung ist sowohl ontogenetisch bei verschiedenen Thieren durch die Untersuchungen von Froriep (1882 Taf. XVI), Chiarugi (1891 p. 238) und Sewertzoff (1895 p. 63, 64), als auch vergleichend-anatomisch durch Goronowitsch (1888 p. 530) und namentlich Sagemehl (1885 resp. 1891 p. 540, 541) dargethan worden. In den hier vorliegenden Untersuchungen konnte sie für alle darauf hin beobachteten Abtheilungen in breitester Geltung erwiesen werden. Diese Vorwanderung der Nerven und ihrer Centren kombinirt sich sonach mit dem bereits besprochenen Vorrücken ihrer Endorgane und der von denselben beeinflussten Skeletbildungen[4]). Wie dort, gewährt auch hier das Schwächerwerden und schliessliche Verschwinden der vorderen Elemente, speciell ihrer im centralen Nervensystem liegenden Nervenkerne die Möglichkeit für die Ausdehnung der hinteren kräftigen Elemente nach vorn, d. h. für ihr Vorrücken innerhalb der Medulla. Als Maass für den Grad dieses Vorrückens kann die relative Lage zu dem Anfange des Vagus-Ursprunges verwendet werden. Bei den Notidaniden entspricht der erste beobachtete occipitale Nerv (v), bei den höheren

1) Dass diese Zahl von einzelnen Thieren (Knorpelganoiden, *Lepidosteus* ind.) noch überschritten werden kann, wurde bereits früher erwähnt.

2) Ich beziehe mich hierbei auf die in den beiden ersten Abschnitten dieser Arbeit behandelten gnathostomen Kranioten. Wie sich dieses Verhältniss bei den Petromyzonten, Myxinoiden und Acraniern darstellt, soll im 3. Abschnitte dieser Abhandlung besprochen werden.

3) Goronowitsch (1887 p. 531), van Bemmelen (1889 p. 250) und Hoffmann (1894 p. 650) nehmen eine mehr vermittelnde Stellung ein. Uebrigens vertreten Gaskell in seiner späteren Abhandlung (1889 p. 181 f.), sowie Wiedersheim in den früheren Auflagen seiner vergleichenden Anatomie, sowie auch auf p. 290 der Auflage von 1893 die Ableitbarkeit des Hypoglossus aus Spinalnerven.

4) Von dem hier von hinten nach vorn geschehenden Drucke giebt auch die meistens stattfindende (von nicht zahlreichen Ausnahmen durchbrochene) Verkleinerung des vordersten Wirbels bei Fischen und Amnioten Kunde. Vergl. ausserdem auch die Bildungen des sogenannten Proatlas (p. 502, 527).

Säugethieren, speciell dem Menschen, der erste oder zweite occipito-spinale Nerv (*a* oder *b*) ungefähr diesem Anfange. Damit zeigen die Letzteren gegenüber den Ersteren ein Vorrücken um 5—6 Metameren; die anderen Wirbelthiere repräsentiren zwischen diesen beiden Extremen alle möglichen Stadien, wobei — doch nicht ohne Ausnahmen — die Extensität dieser Vorwanderung als Gradmesser für die tiefere oder höhere systematische Stellung dienen kann. Bezüglich des Genaueren verweise ich auf die specielle Beschreibung.

Dieses Vorwandern oder Vorschieben der spino-occipitalen und spinalen Nerven findet also längs des hintersten cerebralen Nerven, des Vago-Accessorius, statt. Letzterer wird von den dorsalen und ventralen Wurzeln der Ersteren dorsal und ventral überkreuzt; zufolge der früheren Reduktion der dorsalen Wurzeln geschieht aber diese Ueberkreuzung im vorderen (rostralen) Bereiche vorwiegend oder lediglich durch die ventralen.

Der N. vago accessorius hat zufolge seiner ursprünglichen Zusammensetzung aus vielen Neuromeren[1]) bei tieferen und höheren Wirbelthieren, soweit nicht sekundäre Reduktionen vorliegen, eine ansehnliche Länge seines Ursprunges. Sein centraler motorischer Kern giebt von vorn nach hinten (rostro-caudalwärts) den motorischen Antheilen der Rr. branchiales und Rr. intestinales, sowie den Rr. musculi trapezii Ausgang. Die für den M. trapezius bestimmten Ganglienzellen bilden das eigentliche Ende des motorischen Vagus-Kernes[2]); die von ihnen ausgehenden Nervenfasern werden gemeinhin als mehr oder minder selbstständiger N. accessorius Willisii resp. R. posterior s. externus nervi accessorii dem mit dem R. anterior s. internus nervi accessorii verbundenen N. vagus s. str. gegenübergestellt. Je besser der M. trapezius oder bei den Amnioten der cerebrale Bereich dieses Muskels ausgebildet ist, desto ansehnlicher ist der dem Accessorius posterior entsprechende Kernantheil. Von diesem langen Vago-Accessorius-Kerne aus verlaufen die durch das Foramen pro vago (Foramen jugulare) austretenden Wurzelfäden unter beträchtlicher Konvergenz ihrer Fasern und dabei zeigen, bei guter Ausbildung des caudalen Theiles (Accessorius-Kern), die von diesem ausgehenden Fäden eine ascendente Richtung; Rückbildung des Accessorius-Kernes oder beträchtlichere Zusammenziehung des ganzen Vago-Accessorius-Kernes nach vorn (rostralwärts) bedingt einen rein queren oder selbst descendenten Verlauf der letzten Vago-Accessorius-Wurzeln.

---

1) Ich verweise hinsichtlich dieser Frage auf Gegenbaur und bemerke, dass ich durch die ontogenetischen Untersuchungen der letzten Jahre nicht veranlasst werden konnte, den von Gegenbaur eingenommenen Standpunkt zu verlassen.

2) Wahrscheinlich bildet dieser für den M. trapezius bestimmte Antheil überhaupt das caudale Ende des gesammten (motorischen und sensibeln) Kernes des Vago-Accessorius. Jedenfalls ist nicht zweifelhaft, dass die Rr. laterales, wenn sie sich auch in ihrem peripherischen Verlaufe unvergleichlich weiter caudalwärts erstrecken als die Rr. trapezii, den vordersten (von einigen Autoren selbst einem besonderen intermediär zwischen Glossopharyngeus und Vagus befindlichen Nerven zugerechneten) Antheilen des Vaguskernes entstammen, und auch von den Rr. intestinales, wenn auch ihre centralen Bahnen noch nicht völlig klar liegen, lässt sich mit guten Gründen annehmen, dass sie trotz ihrer gleichfalls weit caudalwärts erstreckten peripherischen Endigung vor (rostral von) den Rr. trapezii mit dem Vaguskern in Verband stehen. Beide, Seitennerven und Intestinalnerven, verdanken ihren eigenthümlichen Verlauf sekundären phylogenetischen Vorgängen, auf die indessen hier nicht weiter eingegangen werden kann.

Alle diese Verhältnisse finden sich in grossem Wechsel bei den daraufhin unter-untersuchten Wirbelthieren: ascendente, transversale und descendente Richtung der letzten (am meisten caudalen) Vago-Accessorius-Fasern bei Selachiern und Amphibien; transversaler, meist aber vorwiegend descendenter Verlauf bei Ganoiden und Teleostiern; ascendenter Verlauf bei Amnioten und unter diesen im höchsten Grade (longitudinal-ascendent) bei den Säugethieren.

Die genaue Untersuchung zeigt aber zugleich, dass diese Verlaufsrichtung der Accessorius-Wurzeln nur zum Theil zur geringeren oder grösseren Ausbildung des M. trapezius und zur allgemeinen Zusammenziehung des caudalen Gehirnabschnittes in direktem, geradem Verhältnisse steht. Zahlreiche Fische z. B. besitzen einen gut und selbst ansehnlich ausgebildeten M. trapezius bei descendenter Richtung der ihn versorgenden Accessorius-Fasern, während andere, wie z. B. die Rochen, nicht selten transversal bis annähernd ascendent verlaufende hinterste Vaguswurzeln bei vollkommener oder fast vollkommener Rückbildung dieses Muskels aufweisen; desgleichen findet sich bei den Vögeln, deren cerebraler Trapezius-Antheil minimal ist, ein stark ascendenter Verlauf der letzten Vago-Accessorius-Fasern, der von den Anamniern mit gut oder sehr gut ausgebildetem M. trapezius nur ganz ausnahmsweise erreicht wird. Auch die (bei den höheren Wirbelthieren allerdings in erhöhtem Grade nachweisbare) Zusammenziehung des Gehirns findet nicht in einem solchen Umfange statt, dass sie diese auffallenden Differenzen zur Genüge erklären und lösen könnte. Hier tritt als dritter eine ausreichende Antwort gebender Faktor das Vorrücken der spinalen Nervenelemente ein: bei den meisten Anamniern in mässigem Grade stattfindend, beeinflusst es in der Regel den Verlauf der Vago-Accessorius-Fasern, die hier gewöhnlich descendent, transversal oder nur mässig ascendent verlaufen und in ihrem Ursprunge nur ausnahmsweise (*Hexanchus*) bis in das spinale Gebiet hinabreichen, nicht in erheblicher Weise; bei den Amnioten dagegen überschieben die Wurzeln der Spinalnerven die caudalen Wurzeln des Vago-Accessorius um 1—3 (Sauropsiden) und selbst 5—7 Neuromeren (Mammalia) und geben denselben eine ascendent longitudinale Verlaufsrichtung. Die zwischen Sauropsiden und Mammalia bestehende Differenz dürfte durch die geringere (Sauropsiden) und höhere (Mammalia) Ausbildung resp. Erhaltung des cerebralen Antheiles des M. trapezius zur Genüge erklärt sein[1]).

1) Hinsichtlich des Specielleren über diese Frage verweise ich auf die früheren Darlegungen (p. 505 und 531 f.). — Die beträchtliche Differenz zwischen den Anamniern, wo der Vago-Accessorius-Ursprung in der Regel nicht bis in das Gebiet der Spinalnerven reicht, und den Amnioten, wo er sich stets in dieses Gebiet hinein, und zwar bei den Säugethieren recht weit hinab erstreckt, koincidirt nicht vollkommen mit dem oben auf Grund der relativen Lage der Vagus- und Hypoglossus-Anfänge angegebenen Grade der rostralen Vorschiebung der spinalen Nerven um fünf Metameren. Bei Berücksichtigung des caudalen Endes des Accessorius-Ursprunges der Mammalia möchte man geneigt sein, eine noch grössere Ausgiebigkeit dieser Verschiebung bei den Letzteren und wohl überhaupt bei den Amnioten anzunehmen und damit die occipito-spinalen und spinalen Nerven derselben anders zu zählen, als dies in den vorliegenden Untersuchungen geschah (vergl. auch die auf p. 544—547 gegebene Tabelle). Diese Anschauung käme somit, wenn auch auf anderem Wege, zu einem ähnlichen Resultate, wie dies vermuthungsweise, ich weiss nicht aus welchen Gründen, von Hatschek ausgesprochen wurde (vergl. meine Anm. 1 auf p. 549). Ich gebe zu, dass die Untersuchung hier vor einer Schwierigkeit steht, die noch nicht völlig gehoben ist, und möchte darum auch meiner Zählung keine unveränderliche Giltigkeit beimessen; gern werde ich mich anderen Ergebnissen gegenüber, wenn sie auf guten Grundlagen ruhen, bescheiden. Bei den jetzt vorliegenden Materialien indessen erscheinen mir die Instanzen für die Letztere

Hexanchus mit seinem bis in das spinale Gebiet reichenden Accessorius erweckt hierbei ein besonderes Interesse (p. 440). Diese zu den am tiefsten stehenden Haien gehörende Gattung[1]) besitzt unter allen Selachiern den ansehnlichsten M. trapezius, aber das reicht nicht aus zur Erklärung der so weit caudalwärts sich erstreckenden schlanken Ursprungssäule des Accessorius, denn andere Haie haben einen unverhältnissmässig kürzeren, d. h. viel weniger weit caudalwärts reichenden Ursprung der Accessorius-Wurzeln und gemeinhin werden voluminösere Muskeln durch vermehrte Nervenfasern versorgt, welche von einem nach allen Richtungen hin voluminöser gewordenen, nicht aber schlank und lang ausgezogenen Kern entspringen. Die eigenthümliche Gestaltung des Accessorius-Kernes von *Hexanchus* erinnert vielmehr an die Verhältnisse bei den Amnioten und lässt daran denken, dass auch hier ein in sehr alter Zeit vollzogener, bei den anderen Haien nicht mehr sichtbarer[2]), Process der Ueberkreuzung eines primordialen, sehr lang ausgedehnten Vago-Accessorius-Kernes durch die occipitalen und den ersten spinalen Nerven vorliegt, ein Process, der zu der jüngeren Ueberkreuzung bei den Amnioten eine Parallele bildet; dass die ersten Occipitalnerven im Niveau des Anfanges des Vagus-Ursprunges sich befinden, giebt dieser Folgerung eine weitere Bestätigung. Man hat danach das Recht anzunehmen, erstens, dass bei den frühen Vorfahren von *Hexanchus* (und überhaupt denen der Haie) das Gehirn mit einer sehr langen, einem mehrfachen Multiplum von metamerisch angeordneten cerebralen Nervenkernen vergleichbaren, motorischen Ursprungssäule des Vago-Accessorius abschloss, und dass erst darauf das Rückenmark mit den motorischen Ursprungskernen der damals noch durch spinale Nerven repräsentirten Occipitalnerven des jetzt lebenden *Hexanchus* folgte; zweitens, dass von da ab die Vorwanderung dieser spinalen Nerven und die Ueberkreuzung des Vago-Accessorius sich anschloss. Weil aber, wie im Vorhergehenden gezeigt worden, eine solche Vorwanderung von der Rückbildung noch mehr rostral gelegener Nervenkerne abhängig zu sein pflegt, so kann man mit einiger Wahrscheinlichkeit fernerhin annehmen, dass den bis jetzt bekannten, mit *v* beginnenden Occipitalnerven noch mehr rostral gelegene (*u*, *t* etc.) vorausgingen (vergl. auch p. 440). Im 3. Abschnitte, bei Besprechung der Petromyzonten, Myxinoiden und Leptocardier, wird auf diese Schlussfolgerung noch weiter einzugehen sein. —

Entscheidung flexibler und unzuverlässiger als die von mir zur Begründung meiner Zählung gebrauchten; ich finde sonach z. Z. keine irgendwie gesicherte Handhabe, um eine neue Vorschiebung und Assimilation weiterer spinaler Nerven und Wirbel bei den Amnioten gegenüber den höheren Anamniern zu befürworten. — Hinsichtlich der zwischen Chiarugi und mir bestehenden Kontroverse in der Zählung der spino-occipitalen Nerven der Sauropsiden und Mammalien verweise ich auf die früheren Darlegungen (p. 526).

1) Auffallend erscheint, dass nur *Hexanchus* und nicht auch *Heptanchus* diesen weit herabreichenden äusserlich sichtbaren Accessorius-Ursprung besitzt. Es ist dazu zu bemerken, dass der Trapezius bei *Heptanchus* relativ schwächer entwickelt ist als bei *Hexanchus*, somit bei ersterem eine sekundäre Reduktion der am meisten caudal entspringenden Accessorius-Fasern vorliegen mag, falls nicht dieselben doch noch, aber in versteckterer Lage und darum erst nach genauerer Untersuchung erkennbar, auch hier existiren. Ob *Chlamydoselachus* in dieser Beziehung sich mehr *Hexanchus* oder *Heptanchus* nähert, ist unbekannt.

2) Auch hier kann ich nur mit dem bisherigen Stande unserer Kenntniss rechnen. Es ist leicht möglich, dass die eingehendere und subtilere Untersuchung auch hier ein tieferes Herabreichen des Accessorius-Ursprunges zu Tage bringen mag, als bisher bekannt ist.

Die soeben behandelten Fragen involviren und regen zugleich die Frage an: **Wo liegt überhaupt und wie verhält sich die morphologische Grenze zwischen Gehirn und Rückenmark der Wirbelthiere?**

In den Lehr- und Handbüchern der menschlichen und vergleichenden Anatomie wird diese Grenze gemeinhin vor den Abgang des 1. Spinalnerven resp. in den Bereich der motorischen Pyramidenkreuzung gelegt und durch einen transversalen Querschnitt vervollständigt. Es liegt auf der Hand, dass eine solche Grenzbestimmung eine recht rohe topographische ist, nicht aber den morphologischen Verhältnissen entspricht, denn sie zieht zu dem Gehirn spinale Theile (Kerne und Wurzeln der spino-occipitalen Nerven resp. des N. hypoglossus) und belässt dem Rückenmark zu dem Gehirn gehörige Abschnitte (Kerne und Wurzelfasern des N. accessorius). Zu diesen vorwiegend resp. ausschliesslich motorischen Elementen kommen aber noch sensible Wurzelfasern der Gehirnnerven, welche von den peripherischen Ganglien derselben absteigend bis ins Rückenmark reichen und erst hier mit weiteren ganglíösen Elementen Verbindungen eingehen (absteigende Wurzeln des Trigeminus, Facialis (Intermedius), Glossopharyngeus und Vagus), somit auch von Spinalnerven überkreuzt werden, während andererseits aus den peripherischen Ganglienzellen der Spinalnerven centralwärts verlaufende Bahnen bis in das Gehirn hinaufreichen (Theile der Hinterstränge). Endlich aber verlaufen nach dem Rückenmarke centrale Gehirnbahnen, welche von Ganglienzellen des Grosshirns ausgehen und sich tief hinab bis in den centralen Endbereich des Rückenmarks erstrecken (Pyramidenbahnen), wie auch umgekehrt centrale Rückenmarksbahnen, welche von Ganglienzellen des Rückenmarkes ausgehen, bis in das Gehirn reichen (Kleinhirnseitenstrangbahn, antero-laterales Bündel etc.). Diese Komponenten bestimmen die wirkliche morphologische Grenze zwischen Gehirn und Rückenmark, und es ist danach leicht ersichtlich, dass dieselbe in höchst komplicirter Weise, auf- und absteigend verzackt, verläuft und dass die übliche transversale Trennungsebene beider Abschnitte des centralen Nervensystems dem Gehirn verschiedene spinale und dem Rückenmarke ausgebreitete cerebrale Elemente zuweist[1]. —

1) Selbstverständlich hat auch im übrigen Körper der Thiere die entsprechende morphologische Sonderung stattzufinden. Was von paläo-kranialen cerebralen Nerven versorgt wird, gehört zum Kopfgebiete, was von ursprünglich spinalen Nerven innervirt wird, ist vom Rumpfgebiete herkömmlich, mögen beide Gebiete auch noch so sehr in einander greifen und zu einander verschoben sein. So sind beispielsweise einerseits die von den Rr. laterales nervi trigemini und vagi versorgten Hautstrecken, die von den Rr. intestinales und vagi innervirten Eingeweidetheile und der vom N. accessorius beherrschte Abschnitt des M. trapezius morphologisch von dem primordialen Kopfgebiete abzuleiten, wie weit herab in das Rumpf- und selbst Schwanzgebiet sie sich auch topographisch erstrecken mögen, und andererseits ist die Zugenmuskulatur ein Abkömmling des Rumpfes. — Diesen wohl von den meisten Anhängern der morphologischen Richtung vertretenen Anschauungen steht, wie schon erwähnt (p. 521), His (1887, 1888) principiell gegenüber, indem er, ohne der Innervation irgend welchen Werth hierbei zuzumessen, alle Theile, welche caudal von dem Rande des 4. Schlundbogens resp. der Grenze zwischen Thyreoid und Krikoid liegen, zum Rumpfe, alle diejenigen, welche rostral von dieser sich befinden, zum Kopfe rechnet; und er erklärt diese Nichtachtung der Innervationsverhältnisse damit, dass alle die betreffenden Organe in loco entstehen und dass die sie versorgenden Nerven erst sekundär nach ihnen hinwachsen und sich mit ihnen verbinden. Wie schon in Anm. 1 auf p. 521 betont, ist mein Standpunkt in jeder Weise unvereinbar mit dem His'schen. Wenn His den Wunsch zu einer friedlichen Auseinandersetzung physiologischer und phylogenetischer Forschungsweise und einer geordneten Vereinbarung in der gleichen Abhandlung (1887 p. 437, 438) ausdrückt, so kann darauf nur erwidert werden, dass den mit der phylogenetischen Methode arbeitenden Morphologen ein Einvernehmen und Zusammenwirken mit der Schwesterrichtung nicht

Von dem Abgange von der Medulla ab verlaufen die spino-occipitalen Nerven in transversaler oder schräg absteigender Richtung durch die Schädelhöhle zur Schädelwand, um in der Regel in besonderen, ventral resp. ventro-rostral oder ventro-caudal vor dem Vaguskanal gelegenen Kanälchen dieselbe zu durchsetzen. Zwischen den Extremen eines queren resp. selbst ein wenig ascendenten bis zu dem eines extrem tief absteigenden resp. beinahe longitudinalen Verlaufes finden sich hierbei im buntesten Wechsel alle möglichen Uebergänge, die, wie leicht ersichtlich, durch den verschiedenen Grad der Zusammenziehung resp. Vorwanderung einerseits in dem centralen Nervensystem, andererseits in der Schädelkonformation bestimmt werden. Bei den meisten Selachiern findet Beides in nicht sehr differenter Weise statt, weshalb hier die Nerven in vorwiegend transversaler oder mässig absteigender Richtung verlaufen; bei der Mehrzahl der übrigen Fische und Dipnoer, vor Allem der Knorpelganoiden eilt die Zusammenziehung des Nervensystemes der Koncentration des Schädels weit voraus und hat einen sehr descendenten bis longitudinalen Verlauf der Nerven zur Folge; bei den Amnioten wieder hat der Grad der Zusammenziehung des Schädels diejenige des Gehirnes (dessen caudale Abschnitte sekundär selbst ein wenig caudalwärts gedrängt wurden) erreicht, weshalb hier wieder der transversal-descendente Verlauf vorwiegt.

Die die Schädelwand durchbohrenden Kanälchen der occipitalen und occipito-spinalen Nerven setzen in der Regel annähernd die Richtung des intrakraniellen Verlaufes derselben fort. Nicht selten können sie auch eine noch mehr caudalwärts strebende Richtung darbieten. Dazu kommt noch eine gewisse Konvergenz nach aussen, die häufig zum Zusammenmünden während des Durchtrittes durch die Schädelwand führen kann. Diese Verhältnisse stehen unter dem Einflusse eines neuen Faktors, dem der peripherischen Plexusbildung. Stets ist hierbei die Richtung der Nerven das Bestimmende, die Konfiguration der Skeletelemente das Angepasste.

Bei der Mehrzahl der Wirbelthiere geschieht, wie schon erwähnt, der Durchtritt durch die Schädelwand in gesonderten, jeder einzelnen Nervenwurzel entsprechenden Kanälchen. Doch finden sich schon bei niederen Wirbelthieren verschiedene Ausnahmen, wo dieses oder jenes occipitale Kanälchen in das Foramen pro vago einmünden oder selbst ganz mit ihm zusammenfliessen kann (einzelne Selachier nach den Beobachtungen anderer Autoren, Holocephalen) oder wo zwei benachbarte occipito-spinale Nerven unter Resorption der ursprünglich trennenden Zwischenwand durch einen Kanal austreten können (Holocephalen, Teleostier); mancherlei Uebergänge vermitteln hierbei diese Ausnahmen mit den ursprünglichen Verhältnissen. Bei den Amnioten tritt dieses Zusammenmünden der occipito-spinalen Kanälchen mehr in den Vordergrund: bei Sauropsiden noch minder häufig zu

minder erwünscht ist, dass aber auf dem vorliegenden, angesichts so principieller und tiefgreifender Differenzen, eine Vereinbarung zu den Unmöglichkeiten gehört. — Auch von anderer Seite, von HUXLEY (1873 p. 67) und ihm folgend von PARKER und BETTANY (1877 p. 342), ist eine Grenze zwischen Kopf und Rumpf, und zwar zwischen dem 2. und 3. Kiemenbogen, also mitten durch den Vagus gezogen worden, wonach derselbe wie die Visceralbogen theilweise zum Kopfe, theilweise zum Rumpfe gehören sollen. Hier ist aber nicht einmal der Versuch einer Begründung gemacht worden. Dieser Einfall sei hier nur angeführt (vergl. auch SAGEMEHL's Kritik 1885 resp. 1891 p. 529 Anm. 1).

beobachten, wird es bei zahlreichen Mammalia das gewöhnliche Vorkommen und führt schliesslich zum Durchtreten aller noch vorhandenen occipito-spinalen Nerven durch eine Oeffnung (Foramen pro hypoglosso). Vereinigungen mit dem Vaguskanal bilden auch hier seltene Ausnahmen; bei Sauropsiden, wo sie von anderen Autoren vereinzelt angegeben werden, konnte ich sie nicht finden, unter den Säugethieren existiren sie aber bei den Monotremen, *Echidna* wie *Ornithorhynchus*, die in dieser Hinsicht somit ein sekundäres Verhalten darbieten.

Die den Schädel verlassenden occipitalen und occipito-spinalen Nerven treten unter einander und mit den auf sie folgenden spinalen Nerven zu einem Plexus zusammen, der bald einfacher, bald komplicirter gebaut ist und bei den tiefer stehenden Wirbelthieren die Brustflosse, wie das zwischen ihr und dem Schädel befindliche Gebiet, soweit hier nicht die paläokranialen Gehirnnerven sich verbreiten, innervirt. Dieser gemeinsame Plexus enthält die Elemente des Plexus cervicalis und Pl. brachialis der höheren Wirbelthiere in sich, ist somit ein Plexus cervico-brachialis, der vorn cervikale, hinten brachiale oder pterygiale Aeste abgiebt. So findet er sich bei Selachiern, Holocephalen, Ganoiden und Teleostiern, und zwar bilden hier die Rochen mit 8—10 dem cervikalen und pterygialen Theile gemeinsamen Plexuswurzeln (Spinalnerven) das Extrem dieser Gemeinsamkeit, während bei Haien, Holocephalen, Ganoiden und Teleostiern in der Regel nur 1—2, bei einzelnen höheren Haien 3 Plexuswurzeln sich gemeinschaftlich an der Versorgung beider Gebiete betheiligen. Unter Berücksichtigung der motorischen Antheile allein findet sich selbst vereinzelt bei Haien eine direkte Aufeinanderfolge der cervikalen und brachialen Abtheilung derart, dass eine Beiden gemeinsame Wurzel fehlt; doch stehen auch hier Beide in einem intimen Verbande. Ganz successive kommt die Emancipation und die Sonderung in den Plexus cervicalis und den Plexus brachialis zu Stande, indem sich der Verband zwischen Beiden mehr und mehr lockert und schliesslich völlig löst. Insbesondere die Knochenganoiden demonstriren diesen Uebergang von dem gemeinschaftlichen Plexus zu den beiden gesonderten Geflechten, indem bei ihnen die zwischen den cervikalen und pterygialen Wurzeln bestehenden Verbindungen nicht nur recht fein werden, sondern sich auch peripherwärts verschieben und damit die Auslösung vorbereiten, die sich bei *Polypterus* für einen Theil des Cervikalplexus, bei den Dipnoi mehr oder minder komplet vollzogen hat; bei den letzteren kommen nur bei *Ceratodus* noch zarte Verbände beider Plexus zur Beobachtung[1]). Aehnliches findet sich bei den Amphibien, wo man in der

1) (Zugleich nachträgliche Bemerkung zu p. 476). Wie auf p. 476 mitgetheilt, fand ich bei *Ceratodus* zweimal einen ganz feinen den Verband von dem Plexus cervicalis nach dem Plexus brachialis vermittelnden Faden, konnte denselben aber zufolge der Brüchigkeit des untersuchten Materiales nicht mit Sicherheit bis zu der Extremität selbst verfolgen. Herr Privatdocent Dr. BRAUS, Assistent a. d. hiesigen Anatomischen Anstalt, hat inzwischen an einem anderen gut konservirten *Ceratodus* diesen Faden in Gestalt eines etwas besser entwickelten Zweiges nachweisen können, der sich theils an der Rumpfmuskulatur verästelte, theils mit dem auf ihn folgenden Nerven *a* zum Plexus brachialis sich verband. Aber auch hier ist dieser Zweig von *y* erheblich feiner, als der zum Plexus cervicalis gehörende Theil dieses Nerven. Etwas nur leicht an die WIEDERSHEIM'sche Abbildung von *Protopterus* Erinnerndes

Hauptsache von zwei gesonderten Plexus sprechen kann; doch finden sich auch hier häufig feine verbindende Fasern, unter Umständen (*Pipa*, *Bufo* ind.) selbst recht intime Verbände beider Geflechte. Bei den Amnioten endlich stehen nur in vereinzelten und noch nicht völlig gesicherten Fällen (*Amphisbaena*, Ophidier) beide Plexus durch eine gemeinsame Wurzel in Verband; im Uebrigen sind sie nicht allein scharf gesondert, sondern auch mehr oder minder weit von einander entfernt, indem intermediäre, keinem der beiden Geflechte angehörige Wurzeln in verschiedener Anzahl (1—21) sich zwischen ihnen finden[1]).

Die Zahl und Folge der den Plexus (Ramus) cervicalis[1]) zusammensetzenden Nerven zeigt sehr wesentliche Differenzen, wie aus folgender Zusammenstellung sich ergiebt, welche behufs genauerer Vergleichung auch bei den niedrigen Wirbelthieren von den unbedeutenden sensibeln Antheilen absieht und lediglich die motorischen Aeste berücksichtigt[2]):

v. w. x. y. z. 1. 2. 3.	Notidaniden.
w. x. y. z. 1. 2. 3.	Notidaniden.
x. y. z.	*Acipenser* juv., Dipnoi.
x. y. z. 1. 2.	*Spinax* juv., *Acanthias*, *Cestracion*.
x. y. z. 1. 2. 3.	*Cestracion*, *Rhina*.
x. y. z. 1. 2. 3. 4.	*Centrophorus*, *Scyllium*, *Mustelus*.
x. y. z. 1. 2. 3. 4. 5.	*Scyllium*.
x. y. z. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.	*Prionodon*.
y. z.	*Acipenser*, Dipnoi.
y. z. a.	*Polyodon*, *Polypterus* (indiv).
y. z. 1. 2.	*Spinax*.
y. z. a. b.	Holocephalen.
y. z. 1. 2. 3.	*Laemargus*, *Scymnus*.
y. z. 1. 2. 3. 4.	*Scymnus*, *Mustelus*, *Galeus*.
y. z. 1. 2. 3. 4. 5.	*Mustelus*.
y. z. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.	*Odontaspis*.
z. a.	*Polypterus*, *Lepidosteus*.
z. 1. 2. 3.	*Cryptobranchus* (ind.).
z. a. b. c.	*Amia*, *Echidna* (ind.)?

---

fand sich auch hier nicht. DR. BRAUS hat auch den caudalen Bereich des Plexus brachialis, dem ich (wie früher bemerkt) nur eine nebensächliche Aufmerksamkeit geschenkt, genauer untersucht und hier eine sehr interessante beträchtliche Ausdehnung seiner Wurzeln nach hinten gefunden, worüber er des Genaueren selbst berichten wird. Dementsprechend ist der Zusammenstellung über den Plexus brachialis von *Ceratodus* (p. 475) noch zuzufügen: *z. a. b. c.* 4. 5. 6. 7. . . . .

1) Es handelt sich hierbei nicht um den Plexus cervicalis s. l. der menschlichen Anatomie, sondern um den Plexus cervicalis s. str. s. Plexus hypoglosso-cervicalis (Hypoglossus + Cervicales descendentes der Anthropotomen), der seine Zweige zur Muskulatur der Zunge und des Zungenbeins (ventrale Längsmuskeln, hypobranchiale spinale Muskulatur) sendet.

2) Die eingeklammerten Buchstaben (*a*) bezeichnen eine wechselnde Existenz (vorhanden oder nicht vorhanden). Ein ? bedeutet, dass der Befund nicht gesichert ist.

z. 1. 2. 3. 4. 5. 6.	*Torpedo.*
z. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.	*Rhinobatus.*
1. 2.	Meiste Urodelen, Gymnophionen, aglosse Anuren.
1. 2. 3.	*Cryptobranchus*, *Necturus.*
a. *b*. *c*.	*Amia* (ind.), *Crocodilus* (ind.), *Anas*, *Anser.*
a. *b*. *c*. 4. 5.	*Ornithorhynchus*, *Didelphys*, *Petaurus*, *Equus*, *Bos.*
a. *b*. *c*. 4. 5. 6.	*Satyrus* (ind.), *Homo* (ind.).
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.	*Torpedo.*
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8.	*Raja.*
(*a*). *b*. *c*.	Meiste Krokodilier.
(*a*). *b*. *c*. 4.	Meiste Saurier, Ophidier, Chelonier, meiste Vögel.
(*a*). *b*. *c*. 4. 5.	*Hatteria*, einige Saurier, Chelonier, Krokodilier (?), mehrere Vögel, *Macropus*, *Myrmecophaga*, *Cephalolophus*, *Erinaceus*, Carnivora (ind.), *Lemur.*
b.	Ostariophysen.
2.	*Pipa* (ind.), opisthoglosse Anuren.
b. *c*.	Meiste Teleostier.
2. 3.	*Necturus* (indiv.).
b. *c*. 4.	*Canis* (ind.).
b *c*. 4. 5.	Mehrere Vögel, Rodentia, Carnivora.
b. *c*. 4. 5. 6.	*Grus*, *Tarsius?*, Simiae incl. *Homo.*
2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9	*Raja* (ind.).

Somit wechselt die Zahl der den Plexus cervicalis zusammensetzenden Nerven in mannigfachster Weise zwischen den Extremen 1 und 10, wobei die geringeren (1—3) sich bei Ganoiden, Teleostiern, Dipnoern, Amphibien und einzelnen Amnioten, die mittleren (4—6) bei Haien, den Holocephalen und vielen Amnioten, die höchsten Werthe (7—10) bei Haien und namentlich bei Rochen sich finden.

Fernerhin liegt bei den Notidaniden, einzelnen niederen pentanchen Haien, den Knorpelganoiden und den Dipnoern der Schwerpunkt des Plexus cervicalis in den occipitalen Nerven; bei zahlreichen Haien, den Holocephalen, *Polypterus*, *Lepidosteus* tragen occipitale und spinale (resp. occipito-spinale) etwa zu gleichen Antheilen zu seiner Bildung bei; bei den meisten Haien und Rochen, *Amia*, *Cryptobranchus* (ind.) (und vielleicht bei *Echidna*) überwiegen die letzteren, während die occipitalen Nerven mehr oder minder zurücktreten und bei *Amia* und *Echidna* nur noch in minimalen oder zweifelhaften Resten an ihm Theil nehmen; bei gewissen Rochen, den Teleostiern, Amphibien und Amnioten ist die alleinige Betheiligung spinaler (resp. occipito-spinaler) Nerven Regel, und unter diesen existiren zahlreiche Formen, bei denen selbst der erste spinale (resp. occipito-spinale) Nerv vollkommen

rückgebildet ist. Somit finden sich hier bezüglich des Beginnes des Plexus cervicalis metamerische Verschiebungen bis zu 6 Nerven. Die Selachier sind es hierbei, welche die Extreme der frühesten (am meisten rostralen) und spätesten (am meisten caudalen) Anfänge repräsentiren; innerhalb der von ihnen gegebenen Grenzen lassen sich alle anderen untersuchten höheren Wirbelthiere einreihen.

Diese grossen Differenzen vermindern sich einigermaassen, wenn man bei den Haien und Holocephalen die das epibranchiale Geflecht zusammensetzenden Plexuswurzeln in Abzug bringt, somit nur diejenigen Plexusquellen vergleicht, welche die allen gnathostomen Wirbelthieren gemeinsame hypobranchiale spinale Muskulatur versorgen. Dann reducirt sich die Zahl der Wurzeln des Plexus cervicalis bei den Notidaniden um die 2—3 ersten, bei den pentanchen Haien um den ersten oder die zwei ersten occipitalen Nerven, und das Maximum der Verschiebung sinkt auf 3—4 Nerven herab.

Es ist wiederholt im Allgemeinen und Besonderen, nachdem Rosenberg (1876, p. 150, 165) darin Bahn gebrochen, von Gegenbaur, mir, Ruge und Anderen ausgesprochen worden, dass die Nervengeflechte ihre Ausbildung und Umbildung Verschiebungen und sonstigen Veränderungen der von ihnen versorgten Endorgane verdanken. Dies lässt sich leicht auch im vorliegenden Falle demonstriren resp. aus den beobachteten Thatsachen ablesen. Ursprünglich, so kann weiter geschlossen werden, repräsentirten die hinter dem Palaeocranium befindlichen spinalen Nerven mit den von ihnen versorgten Muskel- und Hauttheilen regelmässig wiederkehrende Metameren, in denen die Nerven parallel und gleichmässig verliefen und in regelmässiger Folge gleich grosse Bezirke versorgten. Für die muskulösen Elemente bildeten hierbei im Niveau und in der Nachbarschaft der Chorda gelegene Myomeren von mässigem Umfange den Ausgangspunkt. Dieselben gewannen Hand in Hand mit der Ausbildung des spinalen Skeletsystemes eine grössere Ausbreitung dorsalwärts (Gebiet der das centrale Nervensystem umschliessenden dorsalen Metameren) und ventralwärts (Gebiet der das Eingeweide- und Gefässsystem umschliessenden ventralen Metameren), aber die ursprüngliche Regelmässigkeit in der Ausbreitung und Entwickelung dieser neuen Muskelelemente machte successive, innerhalb derselben Myomeren und in der Reihe der Myomeren, ungleichmässigen Entwickelungsgängen Platz, je nachdem der gegenseitige Kampf der Theile im Organismus die einen erstarken und zu sicherer Differenzirung gelangen, die anderen dagegen schwächer werden und immer weiter sich rückbilden liess. Gerade an der Grenze zwischen dem Palaeocranium mit seinen Visceralbogen und dem Anfange der spinalen Metameren war zu diesen Veränderungen die meiste Gelegenheit gegeben, indem hier die direkte Nachbarschaft relativ heterogener und unter dem Einflusse differenter Anpassungen sich ausbreitender Körperabschnitte nothwendig zu Zusammenstössen und Kämpfen der feindlich einander gegenüber stehenden Kräfte führen musste. Im palaeokranialen Bereiche gewann einerseits die vordere viscerale Region eine sekundäre Ausdehnung nach hinten in das spinale Gebiet hinein, über deren causale Bedingungen bereits Gegenbaur zur Genüge gehandelt hat, andererseits aber gelangten die neuen jugend-

kräftigen Differenzirungen der spinalen Myomeren zu immer höherer Entfaltung und begannen den Eroberungskampf um das paläokraniale Skeletsystem. So erhielt die paläobranchiale, ursprünglich nur mit cerebralen Muskeln versehene Region ihre (epibranchialen und hypobranchialen) spinalen Muskeln, die bis zum Kieferbogenbereiche vordrangen und in zunehmender Weise die alten cerebralen Muskeln beengten und zurückdrängten, so wurden schon in sehr früher Zeit dem paläobranchialen Gebiete einzelne Visceralbogen mit ihren Anhängen entrissen und unter mannigfachen und tiefgreifenden Neubildungen als Extremitätenbogen mit ihren Extremitäten weit nach hinten, mitten in das spinale Gebiet hinein geführt. Und unter dem gegenseitigen Einflusse dieser beiden Gewalten kam es natürlich zu den verschiedenartigsten Aneinanderlagerungen, Verlagerungen und Richtungsänderungen der diese Theile versorgenden Nervenfasern, zur Bildung des Plexus cervico-brachialis. Der in der rechten Weise beobachtende Untersucher kann hierbei die Vorgeschichte des jetzt Bestehenden selbst bis ins Detail verfolgen[1]). Mit diesen progressiven Entwickelungswegen, mit den durch den Kampf veranlassten höheren Heranbildungen verbanden sich andererseits in den Gebieten, wo eine wirksame Kraftentfaltung, in Folge zu sehr überwiegender und günstiger gestellter Kräfte in der nächsten Nachbarschaft, zur Unmöglichkeit wurde, also speciell an den allerersten Myomeren retrograde Bildungsgänge, die mehr und mehr zu ausgedehnten Reduktionen und zur Aufgabe der Selbstständigkeit gegenüber dem Palaeocranium führten; so kam das Neocranium mit seinen Weichtheilen zur Entstehung und weiteren Ausbildung und Umbildung, worüber bereits oben (p. 548 f.) gehandelt wurde.

Wie schon im Vorhergehenden hervorgehoben, zeigen bereits die Selachier im Wechsel der Zahl und der Aufeinanderfolge der Wurzeln des Plexus cervico-brachialis einen Reichthum und eine weite Grenzenentfaltung, welche die bei den höheren Wirbelthieren zu beobachtenden Exkursionen übertrifft, somit auch darin für die Erklärung der Verhältnisse bei diesen in mannigfacher Beziehung den Schlüssel darbietet.

Die grosse Zahl der Wurzeln des Plexus cervicalis bei Haien und Rochen vereinigt in sich primitive und sekundäre Züge, primitive, soweit die vorderen (rostralen) von den occipitalen Nerven repräsentirten Wurzeln in Frage kommen, sekundäre, insofern zu diesen eine mehr oder minder grosse Anzahl hinterer (caudaler), von spinalen Nerven gebildeter Wurzeln (2—9) hinzutritt; die Zahl der letzteren steht in ersichtlichem Zusammenhange zu dem Grade der Wanderung der vorderen Extremität nach hinten und diese wiederum in einem gewissen Causalnexus zu dem

1) Kurz sei hier nochmals der bereits früher (p. 394, 443) besprochenen Auslösung des vordersten Occipitalnerven aus dem Plexus cervicalis Erwähnung gethan. Dieser Process findet sich nur bei den Selachiern, nicht aber, soweit ich beobachten konnte, bei den anderen höherstehenden Wirbelthieren. Bei seiner Beurtheilung entschied ich mich dahin, nicht ein primitives Unverbundensein dieses ersten Nerven, sondern eine sekundäre Lockerung und schliesslich vollkommene Lösung aus dem Plexusverbande zu statuiren. Verschiedene Analogiefälle bei den anderen Wirbelthieren (namentlich Holocephalen und Ganoiden), die noch nicht zur völligen Lösung, aber doch zu einer nach der Peripherie fortschreitenden Lockerung des bisher mehr ausgedehnten Verbandes führen, sind dieser Auffassung günstig.

mächtigen Wachsthum dieser Extremität nach hinten und vorn. Dass hierbei die mehr primären Verhältnisse bei den Haien, insbesondere bei den Notidaniden und Spinaciden, die mehr sekundären bei den Rochen überwiegen, ist unverkennbar. — Von da aus findet bei den übrigen Anamniern (Holocephalen, Ganoiden, Teleostiern, Dipnoern und Amphibien) eine Verminderung der Plexuswurzeln statt, und zwar sowohl von der vorderen als von der hinteren Grenze her, bei den verschiedenen Vertretern in wechselndem Grade, aber in der Hauptsache in nicht misszuverstehender Weise. Die Verminderung der Plexuswurzeln von vorn her geschieht durch die successive Rückbildung der occipitalen Nerven und schreitet bis zur Verkümmerung des 1. spinalen (resp. occipito-spinalen) Nerven fort: Dipnoer, Holocephalen und Knorpelganoiden mit 3 bis 2 Occipitalnerven beginnen die Reihe und stehen in dieser Hinsicht noch auf dem gleichen Entwickelungsniveau wie die Mehrzahl der pentanchen Haie; die Knochenganoiden mit nur ausnahmsweise (*Polypterus* indiv.) in Rudimenten erhaltenem, in der Regel aber total rückgebildetem vorletzten Occipitalnerven kennzeichnen ein weiteres Stadium der Reduktion, die bis zur weitgehenden (*Amia*), vielleicht selbst vollkommenen (*Amia* nach den Befunden der Autoren) Verkümmerung des letzten Occipitalnerven fortschreiten kann, und stellen sich in dieser Beziehung den Rochen gleich; Amphibien und Teleostier endlich besitzen (mit der einzigen individuellen Ausnahme von *Cryptobranchus*) nicht nur keinen occipitalen Nerven mehr, sondern zeigen in der Mehrzahl selbst den ersten spinalen resp. occipito-spinalen Nerven völlig rückgebildet (meiste Anuren, sämmtliche untersuchte Teleostier)[1]), erreichen somit eine Entwickelungsstufe, welche ausserdem nur einmal bei höheren Rochen (*Raja*) individuell zur Beobachtung kam. Die hintere Grenze des Plexus cervicalis endet wie bei den am tiefsten stehenden Haien mit dem 2. oder 3. spinalen (resp. occipito-spinalen) Nerven bei den Holocephalen, bei *Amia*, den Teleostiern und Amphibien, dagegen früher als bei den Selachiern, und zwar mit dem 1. spinalen (resp. occipito-spinalen) Nerven bei *Polyodon*, *Polypterus* und *Lepidosteus* und mit dem letzten occipitalen Nerven bei *Acipenser* und den Dipnoi. Hier finden sich Verhältnisse, die keine Parallele mit der systematischen Stellung der betreffenden Thiere zeigen und eine Beurtheilung nicht nur nach einem Gesichtspunkte verlangen. Im Ganzen ist die hintere Grenze des Plexus cervicalis der Anamnier von der metamerischen Lage der vorderen Extremität abhängig. Im Verhältniss zu der Mehrzahl der Selachier ist diese bei Holocephalen, Ganoiden, Teleostiern, Dipnoern und Amphibien dem Schädel mehr genähert, und diese Annäherung steht wieder im Verbande mit dem Zusammenrücken und der beginnenden Rückbildung des Kiemenapparates. Die Holocephalen stehen in dieser Hinsicht den Haien noch nahe, bei den Knorpelganoiden und Dipnoern dagegen liegt die Brustflosse noch mehr rostralwärts und dementsprechend endet bei diesen der Plexus cervicalis bereits mit dem letzten occipitalen oder (vereinzelt) mit dem ersten occipito-spinalen Nerven.

---

1) Die Teleostier kennzeichnet somit hier eine weiter vorgeschrittene Reduktion als die Urodelen, — übrigens nicht das einzige Merkmal primitiveren Verhaltens bei Letzteren und sekundärer Weiterbildung bei Ersteren.

Annähernd die gleiche relative Lage zum Schädel bietet die vordere Extremität der Knochenganoiden und Teleostier dar; hier aber hat sich zugleich mit der Verkümmerung der vorderen resp. sämmtlicher Occipitalnerven ein metamerischer Umbildungsprocess vollzogen, der den Plexus um ein oder einige Metameren caudalwärts zurückverlegte und damit eine mit dem 1. oder 2. oder 3. occipito-spinalen Nerven abschliessende hintere Grenze desselben herbeiführte. Die hiermit gewonnene scheinbare Annäherung an die Verhältnisse bei den Selachiern wurde somit erst sekundär durch das Zusammenwirken zweier sekundärer Momente erreicht, und hiermit harmonirt vollkommen die systematische Stellung, indem diese Zurückverlegung bei der Mehrzahl der Knochenganoiden nur 1, bei *Amia* 2 und bei den Teleostiern 2—3 Metameren ausmacht. Bei den Amphibien, wo der Plexus cervicalis ebenfalls mit dem 2. oder 3. Spinalnerven endet, bin ich geneigt, ein etwas primitiveres, dem der Selachier graduell etwas näher stehendes Verhalten anzunehmen. Bei den Urodelen mit minder rückgebildetem Kiemenapparat ist die vordere Extremität dem Schädel noch nicht so nahe gerückt wie bei den Anuren, deren Kiemen weiter zusammengeschoben und reducirt sind; bei Ersteren endet der Plexus cervicalis mit dem 2. oder 3., bei Letzteren mit dem 2. Spinalnerven. Damit kombinirt sich aber auch eine mässige nach hinten gehende metamerische Umbildung desselben, indem er bei den Urodelen, Gymnophionen und aglossen Anuren in der Mehrzahl der Fälle mit dem 1., bei den opisthoglossen Anuren aber stets mit dem 2. Spinalnerven beginnt. — Bei den Amnioten (Sauropsiden und Mammalia) finden sich sehr wechselnde Zahlen der Plexuswurzeln, welche in ihrem Maximum (5 bis 6 Nerven) die bei der soeben besprochenen Gruppe beobachteten nicht unerheblich übertreffen und denjenigen zahlreicher Haie gleichkommen. Doch besteht auch hier nur Aehnlichkeit, keine Homogenie. Die vordere Grenze des Plexus cervicalis der Amnioten (Plexus cervicalis s. str. s. Pl. hypoglosso-cervicalis) beginnt — abgesehen von dem noch nicht gesicherten Falle von *Echidna* — mit dem 1. oder 2. occipito-spinalen Nerven[1]) und dokumentirt damit sofort ihre viel höhere Stellung gegenüber den Haien, bei denen der Plexus mit dem drittletzten oder vorletzten Occipitalnerven anfängt. Die hintere Grenze, welche insbesondere die grosse numerische Variabilität des Plexus der Amnioten bedingt, endet mit dem letzten occipito-spinalen Nerven oder mit dem 1. oder 2. oder 3. freien Cervikalnerven (4, 5, 6.), bietet damit aber keine primitiven Beziehungen dar, sondern verdankt ihre caudale Verschiebung durchaus sekundären metamerischen Umbildungsprocessen, die in dem Maasse statthaben konnten, als der Plexus cervicalis durch die caudalwärts gehende Wanderung der vorderen Extremität an seiner hinteren Grenze Freiheit und Ausbreitungsfähigkeit gewann.

---

1) Dass ich in dieser Hinsicht Sauropsiden und Mammalia gleich stelle und nicht der Annahme einer bei Letzteren weiter rostralwärts gehenden Verschiebung des Plexus um 1 bis 2 Metameren (wonach dieser somit erst mit dem 2. oder 3. occipito-spinalen Nerven beginnen würde) zustimme, habe ich bereits im vorhergehenden Kapitel (p. 526) ausgeführt.

Mit diesen Verhältnissen steht auch das oben (p. 556) besprochene gegenseitige Verhalten des Plexus cervicalis und Plexus brachialis in einem gewissen, aber keineswegs durchgreifenden genetischen Zusammenhange. Selachier, Holocephalen und Ganoiden dokumentiren zur Genüge die ursprüngliche Gemeinsamkeit beider Plexus durch ihren einheitlichen Pl. cervico-brachialis. Aber schon bei den Selachiern ist zwischen einer mehr primären Aufeinanderfolge (niedere Haie) und einer mehr sekundären Deckung mässigen (höhere Haie) oder beträchtlicheren Grades (Rochen) zu scheiden; bereits früher (p. 442) wurde ausgeführt, dass für die Ausbildung des letzteren Verhaltens die sekundäre Vergrösserung der weiter nach hinten gewanderten Brustflosse das causale Moment gewährt. Die Holocephalen mit ihrer Deckung mässigen Grades rangiren in dieser Beziehung mitten unter den Haien. Die Ganoiden, welche in der Hauptsache eine blosse Aufeinanderfolge und selbst Vorbereitungen zu einer Sonderung darbieten, dürften diese Vereinfachung ihrer Plexusbildung der sekundären Verkleinerung der Brustflosse verdanken; in gleicher Weise sind die Verhältnisse bei den Teleostiern zu beurtheilen. Die bei den Dipnoern in der Hauptsache vollzogene Sonderung beider Plexus findet in dem jetzt bestehenden Verhalten der Brustflosse allein nicht die ausreichende Erklärung; dieselbe ist dem Schädel sehr genähert und zugleich bei dem primitiven *Ceratodus*[1]), wenn auch nicht so ausgedehnt wie bei den meisten Fischen, doch immerhin ziemlich breit entwickelt. Man würde somit nach dem Verhalten derselben einen Plexus cervico-brachialis in minder vorgeschrittenem Stadium der Sonderung erwarten. Dass dieselbe hier dennoch mehr oder minder komplet vollzogen ist, weist den Dipnoern in dieser Hinsicht eine besondere Stellung den Fischen gegenüber an und lässt zugleich daran denken, ob bei denselben vielleicht sehr primitive Verhältnisse vorliegen, ober ob bei ihnen eine Vorwanderung der Flossen aus einer ursprünglich viel caudaleren Lage stattgefunden habe. Indessen reichen die bisherigen Materialien für die Entscheidung dieser Frage nicht aus; die bezüglichen Bemerkungen seien daher nur cum grano salis und durchaus hypothetisch gegeben. Bei den lebenden Amphibien treten die zwei die Sonderung des Plexus cervicalis und brachialis bedingenden Momente, Rückbildung und rostralwärts gehende Zusammenschiebung der branchialen Region und Freiheit der vorderen, nicht mit dem Schädel verbundenen Extremität rein in Erscheinung und genügen in der Hauptsache zur Erklärung der zu beobachtenden Verhältnisse. Die bei Einzelnen (*Bufo* indiv., *Pipa*) bestehenden intimeren Verbände beider Plexus dürften, zum grossen Theile wenigstens, mit der hier am meisten vorgeschrittenen rostralen Verschiebung der vorderen Extremität zusammenhängen; zum Theile liegen hier aber auch individuelle und specifische Bildungen vor, die eine komplicirtere Vorgeschichte muthmaassen lassen; dass sie gegenüber dem Verhalten bei den anderen Amphibien sekundäre Erscheinungen darstellen, ist

---

1) *Protopterus* und *Lepidosiren* mit der Rückbildung und Verschmälerung ihrer Extremitäten geben keine Erklärung. Hier ist die komplet gewordene Sonderung beider Plexus wohl in der Hauptsache auf diesen ganz sekundären Reduktionsprocess zurückzuführen.

nicht zweifelhaft. Bei den Amnioten endlich hat die in weiterem Grade vorgeschrittene Rückbildung des visceralen Apparates und die beträchtlichere Wanderung der vorderen Extremität nach hinten zu der mehr oder minder vollkommenen Emancipation und selbst Entfernung des Plexus hypoglosso-cervicalis von dem Plexus brachialis geführt. —

Einiges Interesse gewährt auch die Art und Weise, in welcher die einzelnen Wurzeln zum Plexus cervico-brachialis resp. Plexus cervicalis und brachialis zusammentreten; ihre Richtung und Länge bietet hierbei ausserordentlich wechselnde Verhältnisse dar. Die Richtung der Wurzeln wird von den drei Faktoren der rostralwärts gerichteten Vorwanderung der Ursprünge und Austritte dieser Wurzeln, von der Ausdehnung der visceralen Region nach hinten und von der Lage der vorderen Extremität beherrscht und ist demzufolge vorwiegend eine schräg descendente; doch zeigt sie dabei zwischen den Extremen eines transversal-descendenten bis transversalen und eines longitudinal-descendenten bis longitudinalen Verlaufes alle möglichen Uebergänge, selbst innerhalb der einzelnen Klassen, indem die genannten Faktoren mannigfach wechseln und ausser ihnen noch andere bestimmende Nebenfaktoren auftreten, deren speciellere Besprechung und Würdigung aber zu weit führen würde. Der aufmerksame Beobachter kann auch hier ein Stück Vorgeschichte ablesen[1]). Dass bei den höheren Wirbelthieren mit reducirten Kiemen die transversal-descendente resp. transversale Verlaufsrichtung überwiegt, bedarf keiner besonderen Auseinandersetzung. — Die Länge der Wurzeln kann in gewissem Sinne als Gradmesser für die Intimität und Höhe der Ausbildung des Plexus dienen. Da die Plexusbildung in erster Linie von dem Verhalten der peripherischen Endorgane der das Geflecht zusammensetzenden Nerven bedingt wird, zeigt der einfachst gebildete Plexus resp. der Plexus in seinen Anfängen ein ganz lockeres Gefüge, indem nur die peripherischen Enden der Nerven Ansenbildungen eingehen. In dem Maasse aber, als die Umbildungen und Verlagerungen der Endorgane zunehmen, also die Plexusbildung weiter fortschreitet, kommt es zu vermehrten und mehr ausgebreiteten Ansae und der ganze Process dieser Schlingenbildungen rückt centralwärts, d. h. er nähert sich zusehends dem Ursprunge der Plexuswurzeln, womit ein enggeschlossener und meist auch mehr oder minder komplicirt zusammengefügter Plexus resultirt. Sobald aber in ausgebildeten Geflechten wieder sekundäre Lockerungen resp. Sonderungen oder Auslösungen gewisser Theile sich ausbilden, wird der beschriebene Weg der Heranbildung der Plexus in retrograder Richtung wieder durchlaufen, d. h. die Ansenbildung wird vereinfacht, rückt peripherwärts und löst sich endlich. Für alle diese, allenthalben, wo Nervenverbindungen vorkommen, erweisbaren Verhältnisse bieten auch die vorliegenden Geflechte zahlreiche Illustrationen dar, auf die im Detail nicht eingegangen zu werden braucht. Auch kann man mit der höheren Stellung der betreffenden Wirbelthiere eine zunehmende Entwickelung ihrer Plexusbildungen erkennen, aber nur im

1) Ich beschränke mich hier auf diese wenigen Bemerkungen und verweise hinsichtlich des Näheren auf meine früheren Ausführungen (1879 und 1888).

Allgemeinen und nicht ohne zahlreiche Ausnahmen, welche wiederum durch besondere Specialfaktoren innerhalb der einzelnen Klassen bestimmt werden und wobei sich progressive und regressive Richtungen in mannigfachster Weise kombiniren können[1].

Die muskulösen Endorgane des Plexus cervicalis (hypoglosso-cervicalis) werden bei der überwiegenden Mehrzahl der Haie und bei den Holocephalen durch die vorderen Rumpfmuskelmetameren, die hypobranchialen und die epibranchialen spinalen Muskeln repräsentirt; die letzterwähnte epibranchiale Gruppe zeigt hierbei sehr wechselnde Beziehungen in ihrer Ausbildung und bei vielen Haien und Holocephalen eine mehr oder minder vorgeschrittene Rückbildung. Dies führt zu dem Verhalten bei vereinzelten Haien (*Scymnus*), den Rochen und anderen Gnathostomen, wo epibranchiale Zweige des Plexus mit den gleichnamigen Muskeln gänzlich geschwunden sind; hier kommen nur noch die hypobranchialen spinalen Muskeln und die vorderen Rumpfmyomeren in Frage. Die die Rumpfmuskulatur innervirenden Seitenzweige zeigen aber auch hier eine successive Abnahme, indem sie bei den Fischen, Dipnoern und Amphibien von allen vorhandenen Plexuswurzeln abgegeben werden, bei den Sauropsiden dem ersten oder den beiden ersten occipito-spinalen Nerven fehlen können und dann nur von den zwei letzten oder dem letzten occipito-spinalen Nerven und den freien Spinalnerven entstehen, bei den untersuchten *Mammalia* aber an allen occipito-spinalen Nerven (N. hypoglossus) vermisst werden und nur freien spinalen Nerven entstammen; bei den Säugethieren verzweigt sich der N. hypoglossus also lediglich in Repräsentanten der hypobranchialen spinalen Muskulatur. Auch die von Anfang an beträchtlich reducirte sensible Ausbreitung des Plexus cervicalis zeigt in der Reihe der Wirbelthiere von den Selachiern bis zu den Amnioten eine zunehmende Verminderung bis zur völligen Rückbildung. —

Wie aus den früheren Mittheilungen bei Besprechung der einzelnen Klassen und aus der oben (p. 557 f.) gegebenen Tabelle hervorgeht, zeigt die speciellere Ausbreitung der Endäste des Plexus mit Rücksicht auf die metamerische Reihenfolge der Wurzeln, denen sie entstammen, einen ungemeinen Wechsel.

So wurde schon hinsichtlich der epibranchialen Aeste der Haie und Holocephalen (cf. p. 399) gefunden, dass z. B. der Nervus subspinalis in variabler Weise von den occipitalen Nerven *v . w . x* oder *v . w . x . y* oder *w . x . y* oder *w . x . y . z* (Notidaniden), oder *x . y* (*Scyllium*), oder *y . z* (*Acanthias*, *Laemargus*, *Chimaera*) abstammt, und ähnliche Variirungen von *x . y* (Notidaniden) zu *y . z* (*Acanthias*, *Scyllium*) und *z* (*Laemargus*) wurden hinsichtlich des N. interbasalis 1. beobachtet, — also

---

1) Aehnliches wie für die Verbindungen der Plexuswurzeln gilt bekanntlich auch für die Verbände der dorsalen und ventralen Wurzeln der Spinalnerven, die bei den niederen Wirbelthieren auch ganz peripher beginnen und mit der Höhe der Entwickelung successive centralwärts bis in den Bereich der Wirbelsäule rücken und bei Rückbildungen ebenfalls retrograde Entwickelungsrichtungen zeigen können.

im ersteren Falle eine metamerische Verschiebung der Innervation bis zu drei, im letzteren bis zu zwei Nervenwurzeln.

In noch breiteren Grenzen bewegen sich die Schwankungen bei den hypobranchialen Zweigen, welche sich von den Selachiern bis hinauf zu den Säugethieren vergleichen lassen. So geschieht die Versorgung des M. coraco-mandibularis (branchio-mandibularis, genio-hyoideus) bei den Dipnoern und bei *Acipenser* durch *x . y* oder *y*, bei den Notidaniden, einigen anderen Haien und *Polypterus* (ind.) durch *y . z*, bei *Polypterus* (ind.) durch *z*, bei zahlreichen Haien, *Torpedo* (juv.), *Chimaera*, *Amia* (ind.) durch *z* . 1 (resp. *z . a*), bei einigen höheren Haien, *Torpedo* und *Rhinobatus* durch *z* . 1 . 2, wozu (bei *Rhinobatus*) auch einige Fasern von 3 hinzukommen können, bei *Raja*, *Amia*, den Urodelen, Gymnophionen und aglossen Anuren, sowie gewissen Sauropsiden und Säugethieren durch 1 (resp. *a*) oder 1 . 2 (*a . b*), bei *Raja* und mehreren Amnioten durch 1 . 2 . 3 (*a . b . c*), bei *Pipa* (ind.) und den opisthoglossen Anuren durch 2 und endlich bei *Raja* (ind.), sowie den meisten Sauropsiden und vielen Säugethieren durch 2 . 3 (*b . c*) oder 2 . 3 . 4 (*b . c* . 4), — also in den Grenzen einer Verschiebungsbreite von 4—5 Metameren. Und noch mehr — in der Variirungsbreite von 9 Metameren — variirt die Innervation des caudalen Endes der hypobranchialen Muskulatur (letztes Myomer des hinteren Hauptstockes der Coraco-arcuales, hinteres Myomer der Sterno-omo-hyoidei), indem dasselbe bei Dipnoern und *Acipenser* von *z*, bei den meisten Ganoiden von *a*, bei einzelnen Haien, den Holocephalen, den ostariophysen Teleostiern und der Mehrzahl der Amphibien von 2 (resp. *b*), bei vielen Haien, *Amia*, den meisten Teleostiern, einzelnen Urodelen, einigen Sauropsiden von 3 (resp. *c*), bei zahlreichen Haien, den meisten Sauropsiden und vereinzelten Säugethieren von 4 (resp. dem 1. freien Cervikalnerven der Amnioten), bei einigen Haien, einigen Sauropsiden und den meisten Säugethieren von 5 (resp. dem 2. freien N. cervicalis), bei *Torpedo*, vereinzelten Amnioten und der Mehrzahl der Primaten von 6 (resp. dem 3. freien Cervikalnerven), bei einigen höheren Haien und Rochen von 7 und endlich bei *Raja* von 8 oder 9 versorgt wird. — Bezüglich des hinteren Endes der hypobranchialen spinalen Muskulatur ist wegen des zum Theil recht vagen Zusammenhanges mit dem Schultergürtel und der Uebergänge in die mehr caudal gelegene Rumpfmuskulatur die genaue Grenze nicht durchweg mit Sicherheit zu ziehen und damit die Bestimmung der Identität derselben bei den Wirbelthieren nicht allenthalben durchführbar; dass aber ihre Variirungsbreite bis zu 9 Metameren ansteigt, erscheint nicht zweifelhaft, denn gerade die Extreme, die sich bei Dipnoern und bei Rochen finden, gestatten bei den typischen Formen derselben eine sichere Abgrenzung des hinteren Endes gegen den Schultergürtel. Hinsichtlich der anderen, der epibranchialen und hypobranchialen Muskulatur entnommenen Beispiele sind die Homologien klar und die angegebenen Grade der metamerischen Verschiebung gesichert.

Ich unterlasse es, hier weiter auf das Wesen dieser Verschiebungen und nachahmenden Neubildungen der metamerisch verschieden innervirten Muskeln einzugehen, und verweise diesbezüglich auf meine früheren Ausführungen über imitatorische

Homodynamie oder Parhomologie (1875 und 1879), die mir durch zahlreiche, seitdem bekannt gewordene genaue Untersuchungen mehr als je gefestigt erscheinen[1]) und wie für die Gebiete der Extremitäten und der Eingeweide, so auch für das vorliegende (incl. die metamerische Verschiebung der ventralen Rumpfmuskel-Myomeren, cf. p. 443 ff.) volle Anwendbarkeit finden. Hervorzuheben ist aber, dass diese Umbildung und Verschiebung schon am Anfang des Rumpfgebietes stattfindet, dass somit schon hier und nicht erst in seinem weiteren Verlaufe die Flüssigkeit und Beweglichkeit der bezüglichen Elemente nachgewiesen werden kann. Dass dieselbe schon innerhalb der Selachier in ganz erheblichen Breiteschwankungen geschieht, ist auf den ersten Blick sichtbar, nicht minder, dass bei den anderen Wirbelthieren diese Wanderungen und Veränderungen bald in rostraler, bald in caudaler Bewegung in der grössten Mannigfaltigkeit, zum Theil auch unter Umkehrung ihrer Bewegungsrichtungen in der phylogenetischen Geschichte desselben Thieres stattfinden.

Nicht minder wechselt die epibranchiale und hypobranchiale Muskulatur in ihrem Verhalten zu dem visceralen Skeletsystem, dem sie, wie aus ihrer Innervation erkannt wird, ursprünglich fremd war. Nachdem sie aber durch rostralwärts gehende Vorwanderung mit demselben Verbindung genommen und sich hier gewissermaassen neue Plätze erobert, hat sie sich dem Visceralskelet in einer Weise angepasst, dass der die Innervation und ihre Wandelungen nicht berücksichtigende Untersucher vermeinen könnte, es sei hier eine ursprüngliche Kongruenz der Branchiomeren mit den epibranchialen und hypobranchialen Muskelelementen vorhanden, dass selbst die ontogenetische Untersuchung eine wirklich metamerische Zusammengehörigkeit der cerebralen und spinalen Myomeren vortäuschen kann. Alles dies wird durch die sorgfältig angewandte vergleichend-anatomische Methode auf seinen wahren Werth zurückgeführt, als dysmetamer erkannt, und damit zugleich eine Vorgeschichte enthüllt, von der die rein ontogenetische Beobachtung nur ganz wenig, und auch dieses zum Theil von cänogenetischen Fälschungen entstellt (cf. p. 439), erkennen lässt.

Aus allem Diesem leuchtet zur Genüge ein, wie vorsichtig und enthaltsam der ontogenetische Untersucher sein muss, damit er nicht aus einseitigen und unvollkommen auf ihre Cänogenien geprüften ontogenetischen Materialien weitere und dann sehr oft zweifelhafte oder irrige phylogenetische Schlüsse ziehe. Vieles vollzieht sich, wovon die rein und konsequent durchgeführte ontogenetische Forschung

1) Wiederholt sind seitdem auch myologische Arbeiten erschienen, welche wohl meist aus Bequemlichkeitsgründen die Innervation der Muskeln unbeachtet lassen, zum Theil aber auch glauben, von ihr als unwesentlich für die wahre Erkenntniss der Muskeln absehen zu können. Anderen erscheint die Lehre von der metamerischen Umbildung und die Zusammengehörigkeit von Muskel und Nerv gesichert, aber der Begriff der Muskel-Homologien von mir zu eng gefasst und damit zugleich ein Hemmniss für die Zukunft gegeben. Auch tauchten hin und wieder zuzufolge missverstandener oder falsch erfasster Befunde oder auch ohne dieselben Auffassungen auf, welche der Theorie der Ex- und Intercalationen in dieser oder jener Form das Wort reden. Auf alles dies erscheint mir eine Erwiderung unnöthig. — Von tieferer und principieller Bedeutung ist dagegen jene, der meinigen diametral entgegenstehende Anschauung, welche, namentlich auf Grund der neueren histologischen und histogenetischen Untersuchungen auf neurologischem Gebiete, ein sekundäres Zusammentreten von Nerv und Muskel befürwortet und unter diesem Gesichtspunkte allerdings die ganze Lehre von den metamerischen Umbildungen nicht braucht, sondern sie durch ein einfaches Auswachsen des Nerven nach den Muskeln hin ersetzt (vergl. auch meine His betreffenden Bemerkungen auf p. 554 Anm. 1). Auf diese Frage wird weiter unten, am Ende dieser Abhandlung, in Kürze einzugehen sein.

nichts ahnen lässt. Der sich höhere Probleme stellende Ontogenetiker kann der vergleichenden Untersuchung und Methode nicht entbehren.

Des Weiteren resultirt aber aus diesen durch die vergleichende Anatomie erschlossenen Veränderungen und Umbildungen der peripherischen Endgebiete der spinalen Nerven, dass es für die genaue und richtige Beurtheilung eines Nerven nicht genügt, denselben von seinem Anfange bis zu seinem Ende nebst den von ihm versorgten Endorganen zu verfolgen, sondern dass hierzu die eingehende vergleichend-anatomische Untersuchung desselben und seiner nachbarlichen Gefährten mit Rücksicht auf seine phylogenetischen Wandlungen unerlässlich ist[1]. Von jenen durchaus unzureichenden Beobachtungen, welche sich bloss mit der Erschliessung von Theilstrecken der Nerven begnügen, spreche ich hier überhaupt nicht. Aber ebenso wenig wie man unter einseitiger Hervorhebung der centralen Verhältnisse der Nerven ohne genauere vergleichende Untersuchungen speciellere Folgerungen hinsichtlich ihres gesammten Verhaltens ziehen darf, ebenso wenig soll man aus der noch so genauen Specialkenntniss des peripherischen Verlaufes auf die metamerischen und korrelativen Beziehungen der Nerven schliessen. Ohne die Beachtung dieser Grundsätze und Cautelen wird man stets Gefahr laufen, zu falschen Resultaten zu gelangen, und die Ergebnisse, zu denen u. A. Fischer (*Necturus*), von Ihering und Peter (*Pipa*), Mc. Murrich, Mayser unter Missachtung dieser Regel kamen, sind lehrreiche Exempel dafür.

Die Verbindungen der occipitalen und occipito-spinalen Nerven resp. des Hypoglossus mit echten Gehirnnerven (Trigeminus, Facialis, Glossopharyngeus und Vagus) besitzen keine tiefere Bedeutung. Es sind lediglich durch Bindegewebe vermittelte Verklebungen sich begegnender oder an einander vorbeiziehender peripherischer Theile dieser Nerven und durchweg sekundär entstanden. Alle jene Anschauungen, welche in ihnen Reste ursprünglicher Kommissurenbildungen oder netzförmige Zusammenhänge zwischen cerebralen und spinalen Nerven erblicken, gewähren keine richtige Beurtheilung der wirklichen Thatsachen. Die Anastomosen mit dem Sympathicus dagegen repräsentiren zu einem grossen Theile wirkliche Wurzeln desselben (Rr. viscerales) und sind insofern von Interesse, als sie den Beweis für die immer noch von Einzelnen bezweifelte Thatsache erbringen, dass sympathische Fasern und Ganglien auch den ventralen Spinalnervenwurzeln entstammen[2]. —

---

1) Selbstverständlich sind die nach vergleichenden Grundsätzen ausgeführten ontogenetischen Untersuchungen dem Morphologen stets willkommen; sie dürfen aber nicht ausser Acht lassen, sich mit den vergleichend-anatomischen Resultaten in Einklang zu setzen.

2) van Wijhe (1882 p. 36) hat meines Wissens zuerst auf die Existenz eines sympathischen Ganglions an der ventralen Wurzel des letzten Kopfsegmentes von *Scyllium*-Embryonen aufmerksam gemacht (vergl. auch diese Abhandlung p. 369), nachdem ihm Freud (1878 p. 75 Taf. II Fig. 4) in dem Nachweise von, den ventralen Wurzeln des Caudalmarkes von *Petromyzon* eingelagerten, Zellen, die er als Ganglienzellen anspricht, vorausgegangen war. Desgleichen wird die Existenz von Zellen in den ventralen Spinalnervenwurzeln bei Embryonen von *Petromyzon* und *Acipenser* (Neurocyten, Spongiocyten etc.) von Kupffer wiederholt (1890 p. 547, 1894 p. 67—69, Taf. XII) konstatirt; bei *Acipenser* bilden dieselben sogar ein sehr ansehnliches ventrales Ganglion, das aber (ebenso wie die Ganglienzellenanhäufungen bei *Ammocoetes*) im weiteren Laufe der Entwickelung der Nerven sich auflöst resp. in die Länge zieh

Wie in diesem und den früheren Kapiteln nach den verschiedensten Richtungen ausgeführt worden (cf. p. 439 f., 549 f.), sind die bisher behandelten spino-occipitalen (occipitalen und occipito-spinalen) Nerven und der von ihnen abzuleitende N. hypoglossus echte spinale Nerven, welche sich den echten cerebralen oder paläokranialen Nerven gegenüberstellen und ursprünglich in der metamerischen Folge hinter (caudal von) ihnen sich befanden. Diese Folge hat sich in dem Maasse nach und nach verwischt, als einerseits der letzte paläokraniale Nervenkomplex (Vago-Accessorius) an seinem caudalen Ende sich rückzubilden begann und andererseits die vorderen (rostralen) von den spino-occipitalen Nerven verkümmerten und demzufolge ein Vorrücken der darauffolgenden bis in die medullare Region, welcher der Vago-Accessorius entspringt, statthatte. Namentlich durch diese topographische Nachbarschaft sind viele frühere Autoren verführt worden, die occipitalen Nerven als ventrale Vaguswurzeln mit dem Vagus zu vereinigen, und auch mancher neuere Embryolog glaubte in dem Umstande, dass diese Nachbarschaft auch in der Ontogenese als etwas in der Hauptsache Vollzogenes, Fertiges auftritt[1]), Beweise für die Richtigkeit dieser Anschauung gefunden zu haben. Namentlich Froriep und Sagemehl haben das bleibende Verdienst, gegen diese Vereinigung beider verschiedener Kategorien mit guten Gründen aufgetreten zu sein.

Das Eingehen in diese Materie giebt aber zugleich Veranlassung zu weiteren Fragestellungen, von denen hier zwei hervorgehoben seien:

1) Die Vergleichung zwischen den typischen Cerebralnerven und den Spinalnerven ergiebt bei beiden Kategorien den gemeinsamen Besitz zweier Wurzeln, von denen die ventralen motorische, die dorsalen sensible oder vorwiegend sensible Fasern enthält; die motorischen Fasern entspringen aus central gelegenen Ganglienzellen, die sensibeln aus peripherischen Ganglien. Hinsichtlich der weiteren Vergleichung der Spinal- und Cerebralnerven bestehen aber Differenzen. Die ventralen Wurzeln der Spinalnerven entstammen ventral gelegenen Ganglien und treten in ventraler Richtung aus dem Rückenmarke aus; die dorsalen setzen sich aus sensiblen Fasern zusammen, welche von den spinalen Ganglien aus in den dorsalen Bereich der Medulla spinalis eintreten, enthalten aber auch eine (allerdings noch nicht allenthalben nachgewiesene) beschränkte Anzahl durchtretender Fasern, welche nach Art motorischer Nerven von dorsal oder ventro-lateral gelegenen Ganglien-

---

und verschmächtigt; diese Ganglienzellen werden allerdings nicht als sympathische angesprochen, sondern als Bildungszellen des Nerven. Neuerdings hat dann Sedgwick (1896 p. 105, 106) hervorgehoben, dass bei *Scyllium* sympathische Ganglien im Verband mit den sogenannten vorderen Wurzeln des Vagus (Occipitalnerven), also mit Nerven ohne hintere Wurzeln gebildet werden. — Bei den höheren Wirbelthieren ist die Kenntniss der Ursprungsverhältnisse der motorischen sympathischen Fasern aus den vorderen Wurzeln der Spinalnerven und den Ganglienzellen der Vorder- und Seitenhörner, sowie der sonstigen Beziehungen dieser Fasern (praecellulärer und postcellulärer Fasern), namentlich durch die in den letzten Jahren ausgeführten Untersuchungen von Gaskell, Langley, Ramon y Cajal, van Gehuchten, Sala, Kölliker, Lenhossek, Dogiel u. A. in hohem Grade gefördert werden. Hinsichtlich des Näheren verweise ich insbesondere auf den bezüglichen Passus in Kölliker's Gewebelehre (1896 p. 854 f.).

1) Die geringgradigen Verschiebungen während der Entwickelung des Individuums wurden hierbei von den Meisten übersehen oder wenigstens nicht richtig erkannt.

zellen beginnen und in lateraler oder dorso-lateraler Richtung die Medulla durchsetzen, um sich den sensibeln Fasern beizumengen und mit ihnen das Rückenmark zu verlassen. Die Verbindung beider Wurzeln erfolgt erst im peripherischen Nervenbereiche und zwar bei den tiefer stehenden Fischen leicht trennbar nach ziemlich langem gesonderten Verlaufe, um erst bei den höher stehenden Wirbelthieren früher und inniger sich zu vollziehen (cf. p. 439, 440 und p. 565 Anm. 1). Bei den typischen Cerebralnerven (Trigeminus, Acustico-Facialis, Glossopharyngeus, Vagus) verhalten sich die sensibeln Wurzeln ähnlich wie bei den Spinalnerven, die motorischen entspringen der ventro-lateralen Zellensäule des hinteren Abschnittes der Gehirnbasis, durchsetzen dieselbe in schräg dorso-lateralwärts aufsteigender Richtung und mengen sich innerhalb des Gehirns oder gleich nach dem Austritte aus demselben den sensibeln Wurzeln bei. Ausserdem aber existiren Gehirnnerven (Oculomotorius, Abducens), welche nach Art der ventralen Spinalnerven von ventro-medial gelegenen Kernen im Gehirn entspringen und dasselbe ventral verlassen[1]). Hinsichtlich der (ganz allgemeinen) Homologie der sensibeln Wurzeln der Cerebral- und Spinalnerven bestehen kaum Kontroversen; sehr getheilt sind dagegen die Auffassungen bezüglich der motorischen Wurzeln. Sind die ventralen motorischen Wurzeln der Spinalnerven lediglich den Nn. oculomotorius und abducens oder auch den motorischen Wurzeln der typischen Gehirnnerven zu vergleichen oder repräsentiren Letztere nur die ansehnlicher entwickelten Homologa der durchtretenden Fasern der Rückenmarksnerven?

2) Im Vorhergehenden wurde hervorgehoben, dass die spino-occipitalen Nerven der bisher untersuchten Thiere (Gnathostomen) ursprünglich caudal von den Gehirnnerven ihren Ursprung von dem ventralen Rückenmarke genommen haben. Von dem occipitalen Nerven *x* ab, welcher bei den Notidaniden den ersten hinter der Kiemenregion verlaufenden und auf diesem Wege zu der hypobranchialen Muskulatur gelangenden Nerven repräsentirt, sowie für alle ihm folgenden spino-occipitalen Nerven (*y*, *z*, etc.) ist dies direkt vom Präparate ablesbar und kann wohl von Niemand bezweifelt werden. Hinsichtlich der Nerven *v* und *w* dagegen, die sich im M. subspinalis erschöpfen, fehlt dafür die direkte Demonstratio ad oculos, wenn man nicht die innere Konfiguration der bezüglichen Region des Craniums als eine solche ansehen will; hier waren es vergleichende Erwägungen, die mich dazu führten, auch deren einstmalige Lage hinter dem Palaeocranium zu postuliren. Aber vor *v* lagen, wie wahrscheinlich gemacht werden konnte, noch weitere nach Art der Spinalnerven oder ihrer ventralen Wurzeln gebaute Nerven *u*, *t* etc. Soll auch von diesen angenommen werden, dass sie dereinst hinter dem primordialen Schädel lagen, oder waren sie von Anfang an typische Bestandtheile desselben, etwa wie die Nn. abducens und oculomotorius? Oder kann man auch hin-

1) Von dem motorischen, aber, wie HIS recht gut bemerkt, ultradorsal austretenden und auf die Gegenseite gelangenden N. trochlearis sehe ich hier zunächst ab. — Dass der Stamm (Lobus) des Olfactorius und der des Opticus gar nicht zum peripherischen Nervensystem gehören, bedarf keiner weiteren Erwähnung.

sichtlich dieser beiden letzteren daran denken, ob sie nicht aus dem primordialen Rumpfbereiche erst sekundär in den Kopfbereich gelangten?

Beide Fragen sind von embryologischer Seite stets widersprechend beantwortet worden, und manche Antwort lässt erkennen, dass sie auf Grund zu eng begrenzter ontogenetischer Materialien und ohne genügende Berücksichtigung und Abschätzung der cänogenetischen Momente gegeben wurde.

Hier lag mir lediglich daran, diese Fragen zu stellen. Mit den bisher in dieser Untersuchung behandelten Thieren dürften dieselben weder auf ontogenetischem noch auf vergleichendem Wege lösbar sein. Sie verlangen ein Eingehen auf die tiefer stehenden Abtheilungen der Wirbelthiere (Petromyzonten, Myxinoiden und Leptocardier) und sollen daher erst im nächstfolgenden 3. Abschnitte wieder aufgenommen werden.

Noch sei der epibranchialen und hypobranchialen spinalen Muskulatur specieller gedacht.

Ueber die vergleichend-anatomischen Beziehungen der epibranchialen spinalen Muskulatur habe ich bereits eingehend in dem 1. Abschnitte dieser Arbeit (p. 416 f., 444 und 446) gehandelt und verweise auf die dortigen Ausführungen. Diese Muskulatur bildet gewissermaassen eine Insel, die nur bei den Haien und Holocephalen erhalten geblieben ist, in bester Entwickelung bei den Notidaniden, bei den pentanchen Haien aber in mehr oder minder vorgeschrittener Verkümmerung, die bei einzelnen Vertretern derselben selbst bis zur totalen Rückbildung geführt hat. Bei allen untersuchten Rochen ist sie vollkommen reducirt, ebenso bei allen anderen Gnathostomen von den Ganoiden und Dipnoern bis hinauf zu den Säugethieren. Die causalen Bedingungen dieser Rückbildung liegen nicht klar; sie eilt der Reduktion des Visceralapparates überhaupt beträchtlich voraus und fehlt auch da, wo die Verhältnisse des Skeletes eine hoch entwickelte epibranchiale Muskulatur gestatten würden. Die ihr benachbarten Muskeln, die cerebralen Arcuales dorsales, können sich hierbei verschieden verhalten; entweder bleiben sie von diesen Rückbildungen mehr oder minder unberührt (Selachier) oder sie breiten sich dorsalwärts aus und nehmen von den einstigen Wohnstätten der Interbasales Besitz, diese Muskeln oft so genau nachahmend, dass ohne Berücksichtigung der Innervation ihre wahre morphologische Natur kaum zu erkennen wäre (Ganoiden, Teleostier, gewisse Amphibien). Bei den noch höheren Abtheilungen schwinden in Korrelation zu den Skelettheilen alle hier sich befindenden Muskelgebilde.

Wie ich a. a. O. darzulegen versucht habe, glaube ich, als Ausgang gebend für die ganze epibranchiale Muskelgruppe, einen primordialen hypaxonischen, von Occipital- und Spinalnerven versorgten Rumpfmuskel ansprechen zu dürfen, der in den Hauptzügen an den M. subspinalis *a* der Notidaniden erinnert haben mag. Durch Verbindung mit dem Kiemenskelet kam der weitere Apparat zur Entfaltung. Dieser primordiale Subspinalis stand höchstwahrscheinlich zu den Anfängen des

Seitenrumpfmuskels im innigsten Konnexe; das Verhalten des Subspinalis *a* der Notidaniden mit Rücksicht auf die Seitenrumpfmuskulatur und die specielle Art ihrer Innervation geben dafür mehr als eine Andeutung. Man wird kaum fehlgehen, wenn man folgert, dass die ursprünglich einheitliche Rumpfmuskulatur (System der spinalen Myotome) sich in eine laterale und mediale Partie gesondert habe, von denen Erstere durch das System der Seitenrumpfmuskeln, Letztere durch den Subspinalis resp. die epibranchiale Muskulatur repräsentirt wird. Während aber die Seitenrumpfmuskulatur weiterhin ein mehr oder minder hoch entwickeltes Wachsthum in dorsaler, lateraler und ventro-lateraler Richtung einging und zu der mächtigen Ausbildung und Differenzirung gelangte, welche die Rumpfmuskeln und ihre vielfachen Abkömmlinge in der ganzen Ausdehnung des Rumpfes in der bekannten Weise kennzeichnet, blieb die subspinale Muskulatur auf den vorderen Bereich der primordialen Wirbelsäule beschränkt und hielt sich zugleich trotz verschiedenartiger Veränderungen im Detail (wovon auch der epibranchiale Plexus Zeugniss giebt) in den Grenzen ihres primitiven medialen Gebietes. Die subspinalen Nerven zeigen demgemäss in kaum veränderter Weise den primordialen Verlauf von der Medulla nach ihrem Muskel, medial von dem N. vagus, während die zu der Seitenrumpfmuskelmasse gelangenden mit ihren nach den verschiedensten Richtungen gehenden, weitverzweigten Aesten die hohe sekundäre Differenzirung dieser Muskulatur deutlich erkennen und ihre Wachsthumsbahnen ablesen lassen.

Eine nach Lage und sonstiger Beschaffenheit einigermaassen an den Subspinalis erinnernde Muskulatur findet sich bei den höheren Wirbelthieren in dem hypaxonischen System des *Longus colli*, das von kurzen Zweigen der Spinalnerven innervirt wird. Ob dieses System ein echtes Homodynamon des Subspinalis repräsentirt oder ob es eine ganz sekundäre, von der epaxonischen Muskulatur erst abgezweigte Bildung darstellt, kann bei der noch ungenügenden morphologischen Kenntniss desselben zur Zeit nicht entschieden werden. Ich neige mehr zur letzteren Alternative.

Mit den morphologischen Ergebnissen, betreffend den Subspinalis, harmoniren die bisherigen ontogenetischen Untersuchungen. Wenn dieselben auch, mit Ausnahme einiger mehr allgemein gehaltenen Angaben Dohrn's, nicht eigentlich auf den Subspinalis oder die epibranchiale spinale Muskulatur, sondern nur auf die Anfänge der Seitenrumpfmuskulatur gerichtet sind, so wird doch von den Autoren (van Wijhe 1882 p. 40, Rabl 1889 p. 228, Hoffmann 1894 p. 650) angegeben, dass diese Anfänge bei *Acanthias*, *Pristiurus* und *Scyllium* aus den letzten 4 (van Wijhe, Hoffmann[1]) bis 5 (Rabl) Kopfsomiten sich herausbilden, dass somit die Embryonen der genannten Selachier die gleiche Zahl von Myomeren wenigstens zur Anlage bringen, welche die Notidaniden zeitlebens behalten. In diesem Stücke leistet somit die Ontogenie mehr als in der embryologischen Untersuchung der Occipitalnerven, wo sie bisher bei den pentanchen Haien nur drei erwiesen hat (cf. p. 438)[2]. Nach

[1]) Das letzte Kopfsomit Hoffmann's deute ich als zu *a* gehörig (cf. p. 362).

[2]) Abgesehen von den neuesten, aber noch nicht vollkommen klargelegten kurzen Mittheilungen Sedgwick's 1896 p. 105); vergl. auch p. 545 Anm. 1 dieser Abhandlung.

VAN WIJHE und HOFFMANN ist der erste der hier in Frage kommenden vier Kopfsomiten der 6., während der 3. den Rectus externus hervorgehen lasse; zwischen ihnen liegen somit der 4. und 5. Somit, aus welchen sich keine Muskeln bilden. Da der 6. Somit dem Occipitalnerven *w* entspricht, so würde 5 zu dem bei *Hexanchus* und *Heptanchus* wirklich vorhandenen Occipitalnerven *v* gehören, 4 und 3 dagegen zu den — Mangels ontogenetischer Untersuchungen an Notidaniden — bisher noch nicht gefundenen, aber aus vergleichend-morphologischen Gründen (s. oben) wahrscheinlich gemachten Occipitalnerven *u* und *t*. Der 3. Kopfsomit der genannten Embryologen wird sonach aus vergleichend-anatomischen Gründen durch einen — ursprünglich im segmentalen Niveau des Vagusgebietes, wenn nicht hinter demselben befindlichen — Occipitalnerven, auf Grund der ontogenetischen Befunde durch den zwischen Trigeminus und Facialis liegenden Abducens innervirt! Hier liegt eine Diskrepanz zwischen vergleichend-morphologischer und descriptiv-ontogenetischer Untersuchung vor, wie sie grösser nicht leicht gedacht werden kann. Obwohl im vorliegenden Falle die vergleichende Morphologie sich zur Zeit noch mit blossen Schlüssen begnügen muss, die descriptive Ontogenie aber über gesicherte (wenn auch nicht allenthalben anerkannte, vergl. z. B. RABL 1889 p. 230 f., 1892 p. 133) Untersuchungsbefunde zu verfügen glaubt, stehe ich doch nicht an, den ersteren die grössere Zukunft zu geben. Wieder zeigt hier der specielle ontogenetische Befund ganz ungemeine Verkürzungen und Zusammenschiebungen, welche die wirkliche, erst auf dem mühseligen Wege vorsichtiger morphologischer Vergleichung zu erschliessende Vorgeschichte kaum ahnen lassen und nur geeignet sind, zu Täuschungen Anlass zu geben[1]). —

Auch hinsichtlich der hypobranchialen spinalen Muskulatur (Coraco-arcualis)[2]) verweise ich auf die zusammenfassenden Ausführungen im 1. Abschnitte (Selachier und Holocephalen, p. 433 f., 455 und 456), welche der Beschreibung derselben bei den anderen Gnathostomen zum Ausgang dienen. Zeigte sich dieselbe bereits bei den Selachiern und Holocephalen als der weitaus beständigere Antheil der an das Visceralskelet gehenden spinalen Muskeln, so gilt das auch für alle höheren Thiere von den Ganoiden bis zu den Säugethieren: allenthalben bildet sie eine mehr oder minder ansehnliche Muskelmasse, der wohl gewisse Komponenten durch Reduktion abhanden kommen können, die aber in ihren wesentlichsten Bestandtheilen gesichert bleibt. Sie wird namentlich bei den höheren Wirbelthieren von den meisten Autoren als die vordere Fortsetzung des Rectus-Systemes, als der Rectus des Halses angegeben; doch zeigt die genauere Untersuchung, dass sie nicht bloss diesem Muskel, sondern überhaupt der ventralen Abtheilung des Seitenrumpfmuskels entstammt, dass sie somit dem Rectus und den ventralen Theilen der Obliqui homodynam ist. Das wird namentlich in den Fällen deutlich, wo der

---

1) Uebrigens zeigt der Vergleich der ontogenetischen Befunde bei Haien mit denen bei Rochen (*Torpedo*), wie sehr variabel in der Zahl sich die Somiten anlegen können (vergl. auch DOHRN 1890. B. p. 334 f. und KILLIAN 1891 p. 86 f.). Also eine neue Unsicherheit! Ueber diesen Punkt wird später noch zu sprechen sein.

2) In der folgenden Darstellung wähle ich als zusammenfassende Bezeichnung dieser ganzen Muskulatur der einfacheren Darstellung wegen den Namen Coraco-arcualis (anstatt der VETTER'schen Benennung Coraco-arcuales).

Schultergürtel von vornherein schwach angelegt ist (Amphibien) oder wo er mehr oder minder weitgehend verkümmert oder selbst völlig sich rückbildet (gewisse Dipnoer und Amphibien, schlangenähnliche Saurier und Ophidier); hier sind die Zusammenhänge mit der ventralen Rumpfmuskulatur sehr ausgedehnte, und neben sekundären Verbindungen finden sich auch manche primitivere Zusammenhänge, die übrigens auch verschiedenen Abtheilungen mit gut entwickeltem Schultergürtel nicht fehlen.

In der Regel bildet der Schultergürtel den hinteren (caudalen) Ausgangspunkt dieser Muskulatur. Bei den Selachiern war es der ventrale Abschnitt desselben (Korakoid), bei den Holocephalen dieser und der angrenzende Theil des dorsalen (Scapula), welcher dem Coraco-arcualis (resp. Coraco-omo-arcualis) als Ursprungsstelle diente; unter Umständen konnte die Muskulatur auch an der Oberfläche und in der Tiefe weitere Ursprünge von den die Muskeln deckenden Fascien etc. gewinnen. Bei den Ganoiden treten die Deckknochen des primordialen Schultergürtels, Clavicula und Cleithrum, in den Vordergrund; an sie aberrirt ein mehr oder minder ansehnlicher Theil neugebildeter Fasern des Muskels, der damit zum Coraco-cleido-arcualis wird; dazu kommen auch mitunter (grossentheils in Korrelation zur sekundären Rückbildung des Korakoides) direkte Verbindungen mit der hinteren Rumpfmuskulatur, sowie vereinzelte Verbände mit noch anderen Deckknochen-Rudimenten dieser Gegend (Jugulare, Flagellum). Eine gewisse Parallele zu den Knorpelganoiden bieten bei aller Besonderheit auch die Dipnoer dar; namentlich bei *Protopterus* sind in Folge der ziemlich weitgehenden Reduktion des Schultergürtels und der hohen Entfaltung der Rumpfmuskulatur die Verbände mit dieser sehr ausgebildet (Coraco-cleido-thoracico-hyoideus). Wo bei dieser oder jener Form eine Copula coracoidea (Praesternum) entwickelt ist (Notidaniden, *Ceratodus*), steht auch sie in der Regel in Verband mit dem Muskel. Mit der weiteren Rückbildung der ursprünglichen korakoidalen Elemente beginnt der Ursprung bei den Teleostiern vorwiegend vom Cleithrum, doch fehlen auch hier Verbände mit den korakoidalen Ueberbleibseln, wie mit der hinteren Rumpfmuskulatur nicht. Bei den Amphibien findet sich bei der einfachen und wenig massigen Ausbildung des Schultergürtels derselben eine schwächer entwickelte hypobranchiale Muskulalur, die in wechselnder Weise theils direkt mit der hinteren Rumpfmuskulatur zusammenhängt, theils von Sternum, Korakoid und Scapula beginnt (Thoracico-, Sterno-, Coraco-, Omo-arcualis). Hat hier die Muskulatur, namentlich bei den kryptobranchen Amphibien, auch an Volumen verloren, so hat sie an Gliederung gewonnen, die sich sowohl in einer doppelten Schichtenbildung (die übrigens partiell auch schon bei den Dipnoern vorkommt) wie in einer beginnenden Sonderung der verschieden entspringenden Partien ausspricht. Von den amphibienähnlichen Verhältnissen aus werden die Zustände bei den Sauropsiden und bei den Mammalia erreicht, wo diese originäre Gliederung und Sonderung noch weiter geht und jene Mannigfaltigkeit erreicht, hinsichtlich welcher die kurzen Zusammenfassungen bei diesen beiden Abtheilungen (p. 509 f. und p. 537 f.) die erste Orientirung geben; bei den Reptilien mit gut ausgebildetem Schultergürtel treten die Ursprünge von Episternum und Clavicula, Korakoid und Scapula, bei den Säuge-

thieren diejenigen von Sternum und Rippen, wie von der Scapula am meisten in den Vordergrund, dies aber mit zahlreichen Ausnahmen.

Bei den Selachiern und Holocephalen war auf Grund seiner Insertionen der Coraco-arcualis in die drei Abtheilungen des Coraco-mandibularis, des Coraco-hyoideus und der Coraco-branchiales gesondert worden (Vetter). Zu denselben kommt bei *Callorhynchus* noch ein Coraco-praemandibularis hinzu, der als sekundäre Bildung gedeutet werden musste, aber soweit Interesse gewährt, als er in gewisser Weise als Paradigma für einen primordialen M. coraco-praemandibularis dienen kann, welchen die Proselachier mit höherer Entfaltung des praemandibularen Bogens (Lippenknorpel) besessen haben mögen. Die Vetter'sche Eintheilung lässt sich bei den anderen Fischen und den Dipnoern noch ziemlich gut durchführen, bei den Amphibien verwischt sich in Folge der weiteren Reduktion der Kiemenbogen Manches, bei den Amnioten tritt das System der Coraco-branchiales noch mehr in den Hintergrund und verliert in der Hauptsache seine Selbstständigkeit, um sich intimer mit dem Coraco-hyoideus zu verbinden[1]).

Der Coraco-mandibularis repräsentirt den selbstständigsten und variabelsten Antheil der hypobranchialen Muskulatur, nicht allein nach Grösse und Vorkommen (bei einzelnen Selachiern und Ganoiden, sowie bei den Teleostiern ist er gänzlich zurückgebildet), sondern auch nach Wechsel seines Ursprunges, der schon bei den Selachiern bald von dem Korakoid, bald von dieser oder jener Inscriptio tendinea an der Oberfläche des hinteren Hauptstockes des Coraco-arcualis ausging, bei den Holocephalen in Folge eigenthümlicher Verbände mit dem hinteren Hauptstocke sich in die Tiefe verlegte, bei *Polypterus* von dem Cleithrum begann, bei *Acipenser* und *Amia* bis zum Bereiche des 3. oder 2. Kiemenbogens nach vorn rückte (Branchio-mandibularis), endlich bei den Amphibien und Amnioten in der Regel von dem Zungenbein Ausgang nimmt (Hyo-mandibularis s. Genio-hyoideus). Die genauere Verfolgung dieser hier nur kurz skizzirten Verhältnisse zeigt in ungemein instruktiver Weise die Variirungen und Wanderungen der Ursprünge des Muskels, während die Insertion in der Hauptsache konstant bleibt. Der Coraco-hyoideus ist im Allgemeinen der kräftigste und im Gegensatze zu dem Coraco-mandibularis nach Existenz und sonstigem Verhalten bei den tieferstehenden Gnathostomen der konstanteste Muskel der Gruppe; nie fehlt er ganz. Erst bei den Dipnoern, namentlich aber bei den Amphibien und mehr noch bei den Amnioten, kommt es zu den schon oben angedeuteten mannigfachen Gliederungen und zu der Sonderung in zwei Lagen, von denen die tiefere übrigens auch Elemente des vordersten Coraco-branchialis enthält; diese Elemente sind es vornehmlich, welche für die bei den Amnioten und ganz besonders bei den Sauropsiden sehr komplicirten Differenzirungen das Material dar-

1) Um Weitläufigkeiten zu vermeiden, gebrauche ich in der Regel die Bezeichnung Coraco-mandibularis, Coraco-hyoideus, Coraco-branchiales auch da, wo die bezüglichen Muskeln andere Ursprünge als vom Korakoid haben. Jeder Leser kann auf Grund der specielleren Beschreibungen bei den einzelnen Gnathostomen-Ordnungen und nach der hier bezüglich des Ursprungs gegebenen Zusammenstellung in jedem einzelnen Falle die präcisere Ursprungs-Bezeichnung an Stelle der hier gegebenen allgemeineren setzen.

bieten. Die Coraco-branchiales stehen bei den Selachiern auf dem Höhepunkt ihrer Ausbildung; unter diesen gehen die heptanchen und hexanchen Notidaniden den pentanchen Haien voran, die Rochen und Holocephalen zeigen bei einer übrigens guten Volumentwickelung bereits eine Verminderung der Selbstständigkeit der einzelnen an die verschiedenen Kiemenbogen gehenden Komponenten, die Dipnoi eine weitgehende Massenreduktion und (bei *Protopterus*) bereits den Ausfall eines Gliedes (Coraco-branchialis 1). Bei den Ganoiden herrscht die grösste Mannigfaltigkeit: *Acipenser* zeigt noch alle Elemente in guter Entfaltung erhalten, aber in besonderer Gliederung entwickelt, die vorderen Coraco-branchiales mit dem Coraco-hyoideus verbunden, der tetranche *Polypterus* erinnert am meisten an die Haie, zeigt aber zufolge der Rückbildung des 5. Kiemenbogens eine ähnliche Reduktion von hinten her, wie die pentanchen Haie gegenüber den Notidaniden; *Amia* hat nur die Coraco-branchiales 2 und 5, *Polyodon* nur den 5. erhalten, *Lepidosteus* hat alle Coraco-branchiales verloren. Auch die Teleostier besitzen nur den Coraco-branchialis 5, diesen aber in höherer Differenzirung. Eine andere Entwickelungsreihe bieten die Amphibien dar, indem bei diesen die Reduktion von hinten beginnt und gewissermaassen die von den Notidaniden durch die pentanchen Haie und *Polypterus* laufende Reihe fortsetzt[1]). Noch weiter geht diese Rückbildung bei den Amnioten, wo in der Hauptsache nur noch ansehnlichere Elemente des Coraco-branchialis 1 existiren und wesentlichen Antheil an der Bildung des Coraco-hyoideus (Sterno-hyoideus) profundus nehmen. Alle die mannigfaltigen Differenzirungen, welche von diesem Muskel ausgehen und zu Verbindungen mit Homologen des 2. und 3. (Thyreoid) wie 5. Kiemenbogens (Krikoid, Trachea, Syrinx, Bronchi) führen, sind durchweg als sekundär zu beurtheilen, nicht aber als Rückschlagsbildungen mehr hinterer (caudaler) Coraco-branchiales (2, 3, 5). — Vom vorderen Bereiche der hypobranchialen Muskulatur her bilden sich auch Anheftungen und Aberrationen an den Boden der Mundhöhle, in eigenartiger Differenzirung und ganz vereinzelter Bildung bei *Protopterus*, in zusammenhängender Reihe bei den Amphibien und Amnioten und führen hier nach vorausgehender Glandularisirung der betreffenden Mundschleimhaut (Gegenbaur) zu der Entwickelung der Zungenmuskulatur, die bei den Amphibien sich in der Hauptsache auf die Ausbildung von Mm. genioglossi und hyoglossi beschränkt, bei den Sauropsiden und Mammalia ausserdem noch eine Binnenmuskulatur der Zunge zu reicher Entfaltung bringt.

Dass die epibranchiale und hypobranchiale spinale Muskulatur ein den Visceralbogen ursprünglich fremdes, von hinten her auf sie übergewandertes Element darstellt, wurde schon oben (p. 446, 559 f.) hervorgehoben, ebenso, dass die epibranchialen Muskeln bald wieder aus dem Kiemenbereiche verschwinden und dass ihre Stellen, soweit überhaupt muskulöser Ersatz hier stattfand, von Abkömmlingen der palaeokranialen, cerebralen Muskulatur eingenommen wurden (p. 571). Die hypobranchiale

1) Selbstverständlich denke ich nicht daran, damit sagen zu wollen, dass die Amphibien von *Polypterus*, dieser von den Haien direkt abstamme.

Muskulatur dagegen behauptete nicht allein die eroberten Flächen, sondern gewann im Halsbereiche mit der zunehmenden Rückbildung des visceralen Apparates in der Reihe der Wirbelthiere selbst die Ueberhand über die mehr und mehr zurücktretenden alten cerebralen Muskeln; während Letztere bei den Fischen und auch noch bei den Amphibien in grosser Mannigfaltigkeit existiren, treten sie bei den Amnioten partiell so zurück, dass gewisse Abkömmlinge der visceralen Bogen schliesslich vorwiegend oder fast ausschliesslich mit der ventralen Längsmuskulatur in Verbindung stehen[1]).

Wie das Verhalten der occipitalen und occipito-spinalen Nerven bei den Selachiern und Holocephalen Anlass zu Bemerkungen über die genealogischen Beziehungen derselben gab (p. 446 f.), so lassen sich auch aus der Betrachtung dieser Nerven und der von ihnen versorgten Muskeln bei den anderen Gnathostomen einige systematische Direktiven gewinnen. Selbstverständlich können dieselben nur einen sehr bescheidenen Werth beanspruchen, denn die hier behandelten Gebilde machen nur einen winzigen Theil der Gesammtorganisation aus. Andererseits aber muss jede morphologische Untersuchung, wie beschränkt sie auch sei, zu systematischen, genealogischen Ergebnissen irgend welcher Art gelangen; dadurch, dass sie diese zu präcisiren versucht, legt sie zugleich Zeugniss ab für die morphologische Methode, von der sie geleitet war.

Die Ganoiden repräsentiren, wie das schon längst bekannt und auch durch den Reichthum und die Mannigfaltigkeit ihrer fossilen Vertreter zur Genüge illustrirt ist, eine ungemein weit gespannte Ordnung: jede der untersuchten Formen hat ein besonderes Gesicht. *Acipenser* und *Polyodon* stehen als Knorpelganoiden (Chondrostei, Osteodermi Haeckel) den Anderen gegenüber und zugleich in ziemlich nahen Beziehungen zu einander. Dieselben sind aber nicht zu eng zu knüpfen, denn *Polyodon*, der in einzelnen Zügen tiefer, in der Mehrzahl derselben aber etwas höher als *Acipenser* steht, bietet genug Besonderheiten dar, um ihn zum Vertreter einer besonderen Familie zu machen; das entspricht auch der von Collinge (1894) gegebenen Aufstellung. Die Knochenganoiden (Holostei) *Polypterus*, *Lepidosteus* und *Amia* bilden drei heterogene Formen, die letzten Reste früher reich ausgebildeter Abtheilungen. Unter ihnen zeigt *Polypterus* (Crossopterygii) die Mehrzahl primitiver Züge, die zum

---

1) So hat das Zungenbein des Menschen von seinen ursprünglichen reichen Beziehungen zu der paläobranchialen Muskulatur nur noch ziemlich lose Verbindungen mit den Mm. mylo-hyoideus, digastricus mandibulae und stylo-hyoideus erhalten, liegt aber übrigens ganz in die Abkömmlinge der hypobranchialen spinalen Muskeln (Mm. sterno-hyoideus, omo-hyoideus, thyreo-hyoideus, genio-hyoideus und hyo-glossus etc.) eingebettet, und desgleichen bietet das Thyreoid an seiner Aussenfläche nur noch Verbände mit den spinalen Mm. sterno-thyreoideus und thyreo-hyoideus dar. Bei anderen Säugethieren ist bekanntlich die cerebrale Muskulatur noch nicht im gleichen Grade zurückgebildet, wie die Existenz des M. interthyreoideus der Monotremen und des M. interhyoideus (kerato-hyoideus) bei zahlreichen Säugethieren beweist (vergl. auch p. 540). Von der pharyngealen und der von ihr ableitbaren laryngealen Muskulatur wurde hierbei abgesehen; dieselbe ist hinsichtlich ihrer Genese noch nicht völlig aufgeklärt und ein Zurückführen auf das primordiale Konstriktoren-System der Selachier erscheint zunächst noch verfrüht (vergl. auch Göppert 1895 p. 4).

Theil selbst die direkte Anknüpfung an Selachier gestatten, *Lepidosteus* und *Amia* sind mehr umgewandelt, stehen auch einander etwas näher als zu *Polypterus*, immerhin aber entfernt genug, um als Vertreter besonderer Unterordnungen (Lepidosteides und Amiades) gelten zu können. *Amia* bildet zugleich die in einseitiger Differenzirung am höchsten stehende Abtheilung der Ganoiden. Eine Ableitung der untersuchten Knochenganoiden von den oben erwähnten Knorpelganoiden ist ausgeschlossen. Die beiden Knorpelganoiden stehen mit ihren primitiven geweblichen Beziehungen und mit der grösseren Anzahl noch erhaltener occipitaler Nerven allerdings tiefer als die Knochenganoiden; ihre Konfiguration zeigt aber bereits ein ganz specifisches Gepräge, welches keine direkte Anknüpfung derart gestattet. Einer Ableitung aller Ganoiden von einem primitiven, generalisirten Selachiertypus steht auf Grund der vorliegenden Untersuchungen nichts im Wege; wie schon erwähnt, befindet sich *Polypterus* der direkten Ableitungslinie am nächsten. Meine Ergebnisse sind in dieser Hinsicht abweichend von denjenigen, zu welchen BEARD (1890) auf anderem Wege gelangte.

Dass die Teleostier von *Amia*-artigen Ganoiden abstammen, ist fast allenthalben anerkannt und wird auch durch diese Untersuchungen bestätigt. Sie bilden eine ziemlich eng begrenzte Abtheilung, in welcher auch hinsichtlich der spino-occipitalen Nerven etc. die Physostomen tiefer stehen als die Physoklisten (Anacanthini und Acanthopteri); dass die besondere Stellung der Ostariophysen unter den Physostomen auch in dem Verhalten dieser Nerven sich ausspricht, wurde bereits von SAGEMEHL (1884, 1885 resp. 1891) betont.

Die Dipnoer bilden eine Ordnung, die bekanntlich bald näher zu den Ganoiden resp. innerhalb derselben, bald näher zu den Amphibien, bald in die Mitte zwischen Beide, bald auch gänzlich abseits von ihnen gestellt wurde. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen sprechen am meisten für eine besondere Stellung, welche sie von allen anderen Abtheilungen ziemlich weit entfernt. Dass sowohl zu den Ganoiden (speciell den Crossopterygii), wie zu den Amphibien mannigfache Anknüpfungen bestehen, erhellt auch aus den hier beobachteten Verhältnissen; doch möchte ich eine Ableitung von irgend einem bekannten Vertreter dieser Abtheilungen nicht befürworten. *Polypterus*, der hier noch am ehesten in Frage kommen könnte, bietet in der Hauptsache bereits eine höhere Differenzirung und Specialisirung als die Dipnoer dar; in dem Grade ihrer Entwickelung stehen die Letzteren mindestens so tief, wenn nicht tiefer, als die Knorpelganoiden, von denen sie übrigens im Quale ihres morphologischen Verhaltens gänzlich abweichen. Der von POLLARD (1891) hervorgehobenen Ableitbarkeit der Holocephalen von Dipnoern kann ich nicht folgen; die Aehnlichkeiten beider Abtheilungen beruhen im Wesentlichen auf heterogenetischen Konvergenzen. Dass BEARD (1890) und SEMON (1893) die Dipnoer aus ihrem unnatürlichen Verbande mit den Ganoiden herauslösten und näher zu den Amphibien brachten, kann nur zustimmend begrüsst werden; doch theile ich nicht die Anschauungen BEARD's, wonach die Ganoiden den Marsipobranchiern näher stehen als den Dipnoern. Am meisten finde ich bestätigt, was HAECKEL (1895) bezüglich ihrer Ableitbarkeit und Stellung zu den Proganoiden und Proselachiern sagt. — Dass unter

den Dipnoern *Ceratodus* die ursprünglichere, *Protopterus* und *Lepidosiren* die abgeleiteten Formen darstellen, ist seit Langem allgemein anerkannt und wird auch hier befestigt.

Die Amphibien nehmen auf Grund der hier behandelten Verhältnisse eine besondere Stellung ein, welche sie zwar nicht zu weit von den Dipnoern entfernt, aber eine direkte Abstammung von einem bekannten Dipnoer oder Ganoiden (Crossopterygier) verbietet. Mit ihrem protometameren Kranium gestatten sie nur eine Anknüpfung an unbekannte Prodipnoer (oder Proganoiden), welche wie die Selachier noch keinen auximetameren Schädel besassen, in ihrer Kieferbildung von den primitivsten Formen der Selachier Ausgang nahmen und in ihrer Extremitätenbildung eine ungemein früh entwickelte Tendenz zur Pentadaktylie aufwiesen, welche von keiner bekannten Fischflosse eine direkte Ableitung gestattet. Auch giebt der Uebergang vom Wasser- zum Landleben der Physiognomie ihres Muskelsystems ein eigenes Gepräge, womit sich zugleich ausgedehnte Verkürzungen und Verkümmerungen bei einseitigen höheren Differenzirungen verbinden. Dass die Urodelen und Gymnophionen in der Hauptsache primitivere Verhältnisse aufweisen als die Anuren, leuchtet auch durch diese Untersuchungen ein; unter den Anuren sind wiederum die Aglossa (besonders *Pipa*) die tiefer als die Opisthoglossa stehenden Formen, zugleich aber auch diejenigen, welche in einzelnen Zügen einen ganz abseits führenden Seitenweg eingeschlagen haben.

Sauropsiden und Mammalia bieten viele Uebereinstimmungen dar, welche ihre Vereinigung zu den Amnioten rechtfertigen lassen; doch ist an eine direkte Ableitbarkeit der Säuger von irgend einer bekannten Reptilienform nicht zu denken[1].

Unter den Sauropsiden nehmen die Saurier die tiefste Stellung ein und unter diesen sind es wieder die Ascalaboten, welche die primitivsten Verhältnisse gewähren; Letztere zeigen manchen noch primitiveren Zug als die Rhynchocephalen, bei welchen mit unzweifelhaft sehr primitiven Momenten sich mehrfache einseitige Specialisirungen verbinden. Chelonier, namentlich aber Krokodile und Vögel bieten sich auch hier als die höheren Sauropsiden dar; auffallend und unerwartet sind gewisse Divergenzen in der sonst so eintönigen Abtheilung der Vögel.

Die Mammalia geben ihre höhere Stellung den Sauropsiden gegenüber auch in der Mehrzahl der hier behandelten Beziehungen zu erkennen; in einzelnen (namentlich in den Verhältnissen ihres Muskelsystems) gelangten sie nicht zu so hoher Differenzirung wie manche Sauropsiden. Die tiefere Stellung der Monotremen und Marsupialier gegenüber den Placentaliern spricht sich auch in dem Verhalten ihrer spino-occipitalen Nerven aus, doch finden sich zugleich bei den Monotremen gewisse besondere Specialisirungen. Unter den Placentaliern zeigen namentlich die Ungulaten viel Primitives, während sich bei den Edentaten Primitives und einseitig

1) Dass auch die fossilen Theromorphen nur in dem Verhältnisse einer sehr äusserlichen Parallele zu den Säugethieren stehen, in keiner Weise aber als Stammformen der Letzteren gelten können, sei nur beiläufig erwähnt.

Differenzirtes mischt; die anderen Abtheilungen der höheren Säuger gewähren im Detail so wechselnde Verhältnisse, dass es unmöglich wäre, aus diesen Untersuchungen allein speciellere taxonomische Schlüsse zu ziehen. Ganz besonders lehren diese Beziehungen die Wahrheit der alten Regel, systematische Folgerungen nur auf ein grosses Multiplum von sicher erkannten, aus möglichst vielen Organsystemen ausgewählten und kritisch gesichteten Merkmalen zu gründen.

III. Vergleichung mit den spino-occipitalen resp. spinalen Nerven der niederen Wirbelthiere. Versuch einer Homologisirung der cerebralen und spinalen Nerven.

Taf. VII Fig. 22[1]).

Dieser Abschnitt soll eine kurze Darstellung der in Betracht kommenden Nerven und ihrer Endorgane bei den unter den Selachiern stehenden Wirbelthieren, den Petromyzonten, Myxinoiden und Akraniern, geben und hierbei versuchen, sie mit den spino-occipitalen Nerven der Selachier und Gnathostomen überhaupt zu vergleichen. Die bisherigen Materialien genügen meines Erachtens noch nicht, um hier speciellere Homologien sicher zu begründen; es handelt sich in der Hauptsache nur um den Versuch einer Abschätzung der grösseren oder geringeren Wahrscheinlichkeiten, wobei sich herausstellen wird, dass Manches, was nach den Arbeiten der letzten Jahre gesichert erschien, noch weiterer Grundlagen bedarf. Die folgenden Kapitel enthalten somit neben manchen positiven Ergebnissen noch viele Zweifel und Fragen. Der mit der Materie Vertraute mag beurtheilen, wie weit damit der Erkenntniss auf diesem Gebiete gedient ist.

Mit diesen Erörterungen, welche das Grenzgebiet zwischen Gehirn und Rückenmark mit ihren peripherischen Nerven betreffen, verbindet sich naturgemäss die schon oft behandelte Frage nach den Uebereinstimmungen und Abweichungen der cerebralen und spinalen Nerven, die metamerische Vergleichung derselben. Die hier zu versuchende Behandlung knüpft zugleich an die im 2. Abschnitte (p. 569 f.) gegebenen Fragestellungen an.

1) Die nach einem defekten Exemplar von *Bdellostoma* angefertigte Fig. 23 ist ungültig und wird durch die Textfigur in dem die Myxinoiden betreffenden Abschnitte ersetzt.

A. Petromyzontes.

Taf. VII Fig. 22.[1])

Die Kenntniss der bezüglichen Nerven der Petromyzonten ist durch zahlreiche Untersuchungen von verschiedener Qualität gefördert worden; im Ganzen steht sie derjenigen, welche z. B. die Selachier betrifft, kaum nach. Von den älteren Arbeiten von Rathke (1825), Born (1827) und Schlemm und d'Alton (1838) zeichnen sich die von Schlemm und d'Alton und namentlich von Born durch grosse Genauigkeit bei geringen Hülfsmitteln der Untersuchung aus. Eine neue Periode beginnt mit den Veröffentlichungen von P. Fürbringer (1875), Freud (1877, 1878) und Götte (1878); ihnen schliessen sich Schneider (1879, 1880), Wiedersheim (1879, 1880) und vor Allen Ahlborn (1883, 1884) an. Namentlich die Arbeiten des Letztgenannten, welcher auch zu der Kontroverse Schneider-Wiedersheim Stellung nimmt, kennzeichnet ein erheblicher Fortschritt in der Kenntniss des Nervensystems der Petromyzonten[2]). Auf sie folgen die Veröffentlichungen von Dohrn (1885—90), Ransom and Thompson (1886) und Julin (1887), alle drei unsere bezüglichen Kenntnisse vermehrend, die von Julin das grösste Gebiet umfassend. Ueber die Ontogenie der Nerven und der hierher gehörigen Theile handeln in Kürze, resp. über einzelne Gebiete derselben Dohrn (1885—1888), Scott (1887) und Shipley (1887), in umfassendster Weise aber von Kupffer, der in einer Reihe von hervorragenden Arbeiten (1890—95) die Entwickelungsgeschichte des gesammten Nervensystems von *Ammocoetes* gründlich und mit neuen Gesichtspunkten bearbeitete und damit neue Wege eröffnete; von hohem Werthe und durch die Vergleichung mit *Amphioxus* sehr bedeutungsvoll sind endlich Hatschek's Abhandlungen über *Ammocoetes* (1892, 1893). Ueber die mehr histologische Zwecke verfolgenden Arbeiten wird weiter unten berichtet werden.

Die für den Vergleich mit den occipitalen Nerven der Selachier in erster Linie in Frage kommenden Nerven der Petromyzonten gehen am Ende des Gehirns resp. an der Uebergangsstelle desselben zum Rückenmarke in der Zwei- bis Dreizahl gleich hinter (caudal von) dem Vagus ab und werden von den anderen Spinalnerven gefolgt, die im Wesentlichen mit ihnen übereinstimmen. Wie diese besitzen sie dorsale und ventrale Wurzeln, von denen die ersteren die schwächeren sind und den letzteren rostral vorausgehend durch die skeletogene Umhüllung des centralen Nervensystems heraustreten und so weiter verlaufen. Immerhin heben sich aber diese zwei bis drei vordersten Spinalnerven vor ihren Nachfolgern besonders hervor, indem sie eine etwas grössere Dicke besitzen, einander mehr genähert sind, durch die bindegewebige Membran zwischen Labyrinth und erstem Wirbelbogen austreten und

1) Die hier und bei den Myxinoiden beigefügten Abbildungen sind aus äusseren Gründen sehr spärlich und genügen in keiner Weise, den Text zu illustriren. An anderer Stelle soll diese Lücke ergänzt und zugleich eine eingehendere Behandlung der hier nur kurz erwähnten Befunde gegeben werden.

2) Die durch grosse Genauigkeit sich auszeichnende Untersuchung von P. Fürbringer streift nur das hier behandelte Gebiet.

während dieses Durchtritts oder nach demselben sich zu einem wechselnd ausgebildeten Plexus oder Stamm mit einander verbinden, was die nachfolgenden, durch die Wirbelbogen oder zwischen ihnen austretenden Nerven nicht thun. Von den speciellen (freien) spinalen Nerven mögen sie daher unter der Benennung spino-occipitaler Nerven unterschieden werden, womit aber durchaus kein specieller Vergleich mit den gleichnamigen Nerven der Gnathostomen praejudicirt wird; auf der Abbildung (Taf. VII Fig. 22) sind sie mit den indifferenten Buchstaben α und β bezeichnet, während der erste freie Spinalnerv mit γ notirt ist.

Die Zahl der spino-occipitalen Nerven der Petromyzonten wird von den Autoren sehr wechselnd angegeben; diese Divergenzen beruhen darauf, dass die sensibeln Wurzeln derselben meist übersehen (Mehrzahl der Autoren ausser WIEDERSHEIM, DOHRN, HATSCHEK, V. KUPFFER) und dass auch Komponenten zu ihnen gerechnet wurden, welche nicht dazu gehören und den (resp. die) ersten Spinalnerven bereits repräsentiren (WIEDERSHEIM bei *Ammocoetes* 1879 p. 591, 1880. A. p. 12 nach der Interpretation AHLBORN's 1884 p. 287—295, der ich zum Theil folge)[1]. Diejenigen Autoren, welche nur die ventralen Wurzeln derselben kennen resp. anerkennen, unterscheiden bald 3 (BORN 1827 p. 181, SCHLEMM und D'ALTON 1888 p. 272, STANNIUS 1849 p. 121), bald 2 (RATHKE 1825 p. 78, SCHNEIDER 1880 p. 331, 332, AHLBORN 1883 p. 210, 1884 A. p. 305, MC. MURRICH 1885 p. 144, JULIN 1887 B. p. 833), bald nur 1 (SCHNEIDER 1879 p. 76). Desgleichen giebt auch WIEDERSHEIM für den erwachsenen Petromyzon (1880 A. p. 12) lediglich 3 ventrale Wurzeln an, während er für *Ammocoetes* (1880 A. p. 12, 1880 B. p. 448 f.) unter Zurechnung des ersten Spinalnerven 4 ventrale Wurzeln neben den von ihm unterschiedenen 4 dorsalen zählt[1]. DOHRN, HATSCHEK und V. KUPFFER geben bei *Ammocoetes* neben der von ihnen unterschiedenen sensibeln Wurzel 2 (DOHRN 1888 p. 276), 3 (HATSCHEK 1892 p. 158) und 3—4 (V. KUPFFER 1895 B. p. 74) ventrale Wurzeln an; V. KUPFFER lässt dieselben sich zu 2 ventralen Nerven verbinden. RANSOM and THOMPSON (1886 p. 424) rechnen dem Vagus (sub 2 a) „certain very large fibres, identical with the fibres of the anterior spinal roots, and forming for the most part a distinct bundle on the side of the vagus in contact with the roots" bei, welche wahrscheinlich hierher gehören. — RATHKE und STANNIUS bezeichnen diese Wurzeln als 1. Spinalnerven, BORN als Glossopharyngeus mit ?, SCHLEMM und D'ALTON, J. MÜLLER (1840 p. 50), SCHNEIDER, WIEDERSHEIM, AHLBORN (1884 A.), JULIN, DOHRN und KUPFFER als Hypoglossus, AHLBORN (1883) den ersten als ventrale Vagus-Wurzel, den zweiten als Hypoglossus, während SHIPLEY und SCOTT keine Benennung angeben, GEGENBAUR (1887 A. p. 66) die Homologie des Hypoglossus mit den ventralen Vagus-Wurzeln der Selachier wohl als Frage aufwirft, ihre definitive Beantwortung aber zur Zeit als noch nicht gegeben erachtet und HATSCHEK (1892 p. 158) diese Nerven als drei ventrale Wurzeln anführt, welche auf den spinalartigen Anhang des Vagus folgen, die drei ersten Myotome versorgen und dem Glossopharyngeus, Vagus und spinalartigen Vagus-Anhang zuzuzählen sind[2]. ZIMMERMANN (1892 p. 161) erinnert in der an den HATSCHEK'schen Vortrag anschliessenden Diskussion an die von ihm bei Säugethieren gefundenen ventralen Wurzeln des Glossopharyngeus und Urvagus und meint, dass dieselben den vorliegenden Wurzeln der Petromyzonten entsprechen; SEWERTZOFF (1895 p. 76—79) übernimmt die Befunde und Deutungen HATSCHEK's.

---

1) Diese Zurechnung des ersten Spinalnerven ist bei *Ammocoetes* sehr leicht möglich und zu entschuldigen, da hier noch keine Knorpelbogen der Wirbel existiren (vergl. übrigens auch WIEDERSHEIM 1880 B. p. 449).

2) Auf Grund der später von ihm gegebenen Korrektion in der Aufeinanderfolge der dorsalen und ventralen Wurzeln (1893 p. 89 f.) würden sie dem Facialis, Glossopharyngeus und Vagus angehören.

Die Grösse der einzelnen ventralen Wurzeln wird von den meisten Autoren nicht specieller angegeben; auf Grund der Abbildungen und Notizen von Ahlborn und Julin ist die vordere schwächer als die hintere.

Dorsale Wurzeln (dorsale spino-occipitale Nerven) werden von einigen Autoren nur für *Ammocoetes* angegeben (s. o.), bei *Petromyzon* dagegen nirgends gefunden. Wiedersheim beschreibt zuerst (1879 p. 591, 1880 A. p. 12, 1880 B. p. 449) 4 dorsale zu den entsprechenden ventralen gehörige Wurzeln und fasst danach den „Hypoglossus" von *Ammocoetes* nicht mehr im Sinne einer motorischen Vagus-Wurzel, sondern als einen für sich bestehenden, aus ventralen und dorsalen Elementen sich aufbauenden Nervenkomplex auf. Zugleich hebt er die grosse Differenz hervor, welche auf Grund seiner Untersuchungen zwischen *Ammocoetes* (mit 4 dorsalen und 4 ventralen Wurzeln) und *Petromyzon* (mit 3 ventralen Wurzeln) bestehe. Letzterer Angabe stehen Schneider (1879 p. 79, 1880 p. 332), Ahlborn (1884 A. p. 294) und Julin (1887 B. p. 866) diametral gegenüber; dieselben finden im Wesentlichen die gleichen Verhältnisse bei der larvalen und der entwickelten Form. Zugleich trennt Ahlborn (1884 A. p. 293 ff.) die beiden letzten dorsalen Wurzeln und die letzte ventrale Wurzel von dem „Hypoglossus" ab und rechnet sie den eigentlichen Spinalnerven zu; die beiden vorderen dorsalen Wurzeln sollen nach der Interpretation dieses Autors dem Vagus angehören, womit ich indessen nicht übereinstimme. Ahlborn leugnet somit die Existenz jeder dorsalen Wurzel, indem er die beiden vorderen (rostralen) zum Vagus, die beiden hinteren (caudalen) zu den Spinalnerven rechnet. Wiedersheim scheint daraufhin seine Befunde zu verleugnen; wenigstens lehnt er sich in der Vergleichenden Anatomie (1888 p. 150 und 1893 p. 247) ganz an Ahlborn an und reproducirt auch dessen betreffende Abbildung. Erst später findet Dohrn (1888 p. 276, 1890 A. p. 83) eine zwischen den beiden ventralen Wurzeln befindliche dorsale Wurzel, deren Ganglion dem Ganglion des Lateralis vagi dicht anlagert, und v. Kupffer (1895 B. p. 73, 74) findet vor dem Hypoglossus, also dicht auf den Vagus folgend auch einen dorsalen Spinalnerven, dessen dorsaler und ventraler Ast je ein vom Vagus getrenntes Ganglion enthält, das aber bei geschlechtsreifen Exemplaren in den Vagus aufgenommen wird; v. Kupffer identificirt diesen dorsalen Nerven mit der letzten Ahlborn'schen Vagus-Wurzel. Den gleichen Nerven scheint auch Hatschek (1892 p. 158) früher gesehen zu haben; wenigstens erinnert sein spinalartiger Vagus-Anhang sehr an den v. Kupffer'schen Nerven. Danach würden die beiden ersten dorsalen Wurzeln von Wiedersheim wieder zu ihrem Rechte gekommen sein; die erste entspricht den Funden von Hatschek und v. Kupffer, die zweite demjenigen von Dohrn.

Ueber den centralen Ursprung der betreffenden ventralen spino-occipitalen Wurzeln (Nerven) giebt Langerhans (1873 p. 85 Taf. VIII Fig. 3) an, dass dieselben (seine Hypoglossus-Wurzeln) von der Zellengruppe der unteren Hörner ihren Ursprung nehmen, d. h. in der Richtung ihrer Fortsätze austreten. Ahlborn (1883 p. 250, 258) äussert sich ähnlich. Nach ihm entstammen die betreffenden Fasern wohl der ventralen Gruppe grosser Zellen, welche der ventralen motorischen Säule des Rückenmarks entspricht; der Uebergang der Ganglienzellen in die Nervenfasern konnte übrigens nicht mit absoluter Sicherheit beobachtet werden. — Der Abgang von der Medulla findet, wie mehrere Untersucher beobachten und bemerken, ebenfalls entsprechend den folgenden ventralen Spinalnerven von der ventralen Fläche der Medulla statt, wobei Ahlhorn die vordere (rostrale) Wurzel (motorische Vagus-Wurzel Ahlborn's) der Medulla oblongata, die hintere (caudale) Wurzel (Hypoglossus Ahlborn's) dem Rückenmarke resp. dessen Uebergangsstrecke nach der Oblongata zurechnet. — Bezüglich des Ursprunges und Abganges der dorsalen Wurzeln fehlen speciellere Angaben.

Die vollkommene Homodynamie der spino-occipitalen Nerven mit den darauf folgenden Spinalnerven wird von allen Autoren, die darüber handeln, betont.

Die Spinalnerven — ich hebe aus den bezüglichen Untersuchungen nur das für den vorliegenden Zweck Nöthige heraus — bilden eine auf die spino-occipitalen Nerven folgende Reihe mit einander alternirenden dorsalen (sensibeln) und ventralen (motorischen) Wurzeln, welche sich jedoch

nicht wie bei den Gnathostomen zu gemischten Stämmen verbinden, sondern selbstständig bleiben und daher zweckmässig nicht als „Wurzeln", sondern als dorsale und ventrale „Nerven" (FREUD 1878 p. 74, JULIN 1887 B. p. 859, v. KUPFFER 1895 B. p. 73, 74) bezeichnet werden.

Hinsichtlich des medullaren Ursprunges der dorsalen Spinalnerven wird angegeben (STILLING 1859 p. 1115, REISSNER 1860 p. 560, 585, KUTSCHIN 1863 p. 31f., FREUD 1877 p. 17f., AHLBORN 1883 p. 242, BUJOR 1891 p. 37), dass sie den mittelgrossen und grossen (STILLING, KUTSCHIN, FREUD: „Hinterzellen")[1] oder kleinen (REISSNER, AHLBORN) Zellen des Rückenmarks oder beiden (BUJOR) entstammen; die ventralen Spinalnerven sollen von den grösseren Zellen des Rückenmarks kommen (OWSJANNIKOW 1854, REISSNER 1860 p. 557, 585, BUJOR 1891 p. 37f.), während AHLBORN (1883 p. 243) keine sichere derartige Beobachtung machen konnte[2].

Die dorsalen Spinalnerven enthalten wie die Gnathostomen ansehnliche persistente Spinalganglien, mit denen die Mehrzahl ihrer Nerven in Verband steht; ausserdem hat FREUD bei *Ammocoetes* von den grossen Hinterzellen des Rückenmarks direkt ausgehende (1877 p. 16f.), sowie zahlreiche durch die Spinalganglien durchtretende und ihnen angelehnte Fasern (1878 p. 35ff.) zuerst gefunden[3]; die ventralen Nerven entbehren der Ganglienzellen auch nicht, besitzen dieselben

1) Der zuerst von KUTSCHIN bei *Petromyzon* sicher erkannte und von FREUD bestätigte und für einen grossen (wahrscheinlich den grösseren) Theil der dorsalen Wurzelfasern nachgewiesene Ursprung aus den grossen „Hinterzellen" des Rückenmarks verleiht dem Nervensystem der Petromyzonten ein besonderes Interesse und demjenigen der Gnathostomen gegenüber auch eine gewisse, aber nicht durchgreifende Eigenthümlichkeit. Den Hinterzellen entstammen nach FREUD's zuverlässigen Untersuchungen die durchtretenden Fasern der dorsalen Nerven (resp. Wurzeln). KUTSCHIN und FREUD fanden, dass diese Hinterzellen den Spinalganglienzellen sehr ähnlich sich verhalten, und FREUD schliesst daraus, dass beide von gleicher Bedeutung sind. Auch v. KUPFFER (1894 p. 70) macht bei *Ammocoetes* ausführliche Mittheilungen über sie. Uebrigens fehlen sie auch den Gnathostomen nicht, existiren aber bei diesen zumeist nur im embryonalen Zustande, wo sie u. A. von ROHON (1884) bei der Forelle, von FRITZSCH (1884, 1886) wahrscheinlich bei *Lophius*, von BEARD (1889, 1892, 1896 *A.* und *B.*) bei verschiedenen Haien — je nach der oviparen oder viviparen Entwickelung derselben und nach dem Grade der Ausbildung ihrer Eischalen in sehr verschiedener Anzahl — und vornehmlich bei *Raja* (nicht aber *Torpedo*), *Lepidosteus*, *Esox*, *Salmo*, *Rhodeus*, *Labrax*, *Triton* und *Rana*, von BURCKHARDT (1889, 1892) bei *Protopterus* und *Triton*, von v. KUPFFER (1893) bei *Acipenser*, von RETZIUS (1893) bei *Salmo*, von HALLER (1895) bei *Esox* und *Salmo*, von PRÉNANT (1896) bei *Salmo*, von STUDNIČKA (1895 B.) bei *Pristiurus*, *Rhodeus*, *Perca*, *Triton*, *Rana*, *Bufo*, *Bombinator* und *Pelobates* gefunden wurden; bei einzelnen Teleostiern *Lophius*, *Orthagoriscus*), bei *Protopterus* und *Triton* existiren sie auch im postembryonalen Leben. Von den meisten Autoren wird ihre Homologie mit den Hinterzellen der Petromyzonten angenommen; BEARD und HALLER sprechen sich gegen dieselbe aus. Auch bei Amphioxus sind bekanntlich ähnlich liegende Zellen im dorsalen Bereiche des Rückenmarks gefunden (vergl. u. A. STIEDA 1873, ROHON 1881, ROHDE 1888, RETZIUS 1891, v. KUPFFER 1893, VAN WIJHE 1894), aber in ihrem Verhalten zu den dorsalen Spinalnerven noch nicht ausreichend erkannt worden. Auch diese werden meist mit denen der Petromyzonten und Gnathostomen verglichen, wogegen sich STUDNIČKA ablehnend verhält. Für ihre motorische Natur bei allen darauf hin bekannten Wirbelthieren treten insbesondere BEARD und STUDNICKA ein; weiter unten (p. 591) wird sich zeigen, dass auch v. KUPFFER in seinen neurogenetischen Untersuchungen bei *Petromyzon* und *Acipenser* motorische mit dorsalen Primärganglien versehene Dorsalnerven der Embryonen statuirt. Des Weiteren verweise ich auch auf KÖLLIKER (1893 p. 172, 173) und STUDNIČKA. Wie weit sie zu den von LENHOSSÉK und RAMON y CAJAL 1890 entdeckten central entspringenden und durch die Spinalganglien durchtretenden „motorischen" resp. „sympathischen" Nervenfasern der Amnioten in Beziehung stehen, ist dunkel. — Alle diese Zellen wurden von den verschiedenen Autoren als RETZIUS'sche, FREUD'sche, ROHON'sche, BURCKHARDT'sche Zellen etc. bezeichnet. Wenn man überhaupt der beliebten Unsitte huldigt, morphologische Gebilde anstatt mit Namen, welche ihre morphologische Bedeutung charakterisiren, mit denen der ersten Entdecker zu bezeichnen, so sollte man dafür wenigstens den Namen des ersten Autors, der sie (bei *Petromyzon*) vor allen oben Genannten genau und ausreichend erkannt hat, wählen und sie als KUTSCHIN'sche Zellen bezeichnen; (OWSJANNIKOW sah sie schon 1854, vermochte aber ihre Ausläufer nicht in die dorsalen Wurzeln zu verfolgen). Wie weit diese Benennung auch auf die ähnlichen Gebilde bei den Vertebraten übertragbar sei, kann erst nach weiteren Untersuchungen entschieden werden.

2) Die Angabe OWSJANNIKOW's (1859), dass eine Zelle zwei Fortsätze abgebe, deren vorderer in eine ventrale, deren hinterer in eine dorsale Wurzel übergehe, hat selbstverständlich nur historisches Interesse.

3) Alle diese Faserelemente sind auch bei anderen Vertebraten wiederholt gefunden und untersucht worden und eine reiche Literatur hat sich daran angeschlossen, auf deren Wiedergabe hier verzichtet werden muss. Ausser

aber spärlicher (Freud 1878 p. 75, Julin 1887 A. p. 197) und nach den Befunden v. Kupffer's (1890 p. 547) mehr als Bildungszellen für die ventralen Nervenfasern und ihre ektodermalen Hüllen[1]).

Die gegenseitige Lage der zu demselben Rumpfmetamer zugehörigen dorsalen und ventralen Spinalnerven ist von den Autoren verschiedenartig angegeben worden: Einige (Freud 1877 p. 23, v. Jhering 1878 p. 223, Wiedersheim 1879 p. 15) lassen die dorsalen auf die ventralen folgen, die Mehrzahl (Götte 1878 p. 11, Schneider 1879 p. 77, Ahlborn 1884 A. p. 289, Julin 1887 B. p. 857, Hatschek 1893 p. 89 f.[2])) lassen sie ihnen vorausgehen; Dohrn (1888 p. 277) giebt zu erwägen, ob nicht von Hause aus die ventralen Wurzeln doch vor den dorsalen aus dem Rückenmark heraustreten. Die Entfernungen der beiderlei Nerven von einander wechseln in den verschiedenen Abschnitten des Rumpfes, worüber insbesondere die genauen Angaben von Schneider (1879 p. 77) und Julin (1887 B. p. 856) nachzulesen sind. Im Anfangsbereiche der Kiemen sind die zusammengehörigen Nerven (rostrale dorsale und caudale ventrale) einander genähert; erst vom zweiten ab entfernen sie sich etwas mehr von einander. Auch liegen die nach den einzelnen Metameren auf einander folgenden Nerven (dorsale und ventrale) im Kiemenbereiche etwas entfernter von einander als die spino-occipitalen Nerven (Wiedersheim 1880 B. p. 449, Julin 1887 B. Taf. XXII Fig. 5). — In den hinteren Abschnitten des Rückenmarkes werden auch erhebliche Asymmetrien im Abgange des rechten und linken Spinalnerven beschrieben (Freud 1878 p. 71, 72).

Der Durchtritt der spino-occipitalen Nerven erfolgt bei *Petromyzon* durch die Membran, welche sich von der hinteren Labyrinthgrenze nach dem ersten Wirbelbogen erstreckt; ob diese Membran als ein den Schädel mit der Wirbelsäule verbindendes Ligament oder als der hinterste häutige Theil des Primordalkraniums aufzufassen sei, wird nicht entschieden. Die meisten Autoren (J. Müller 1835 p. 110, Schneider 1879 p. 75, Wiedersheim 1880 A. p. 12 u. A.) lassen den „Hypoglossus" (gleichwie den Glossopharyngeus und Vagus) hinter dem Primordialkranium, das dementsprechend mit der knorpeligen Labyrinthregion abschliesst, hindurchtreten. Ahlborn (1884 A. p. 305), Julin (1887 B. p. 834) und van Wijhe (1889 p. 565) sprechen von einem Durchtritt durch den Schädel; Wiedersheim (1880 B. p. 449) zieht auch noch die durch den ersten knorpeligen Wirbelbogen austretenden Elemente dazu, indem er diesen als das noch nicht mit dem Schädel vereinigte Occipitalsegment auffasst; wie oben (p. 583) angeführt, werden diese Elemente von Ahlborn vom „Hypoglossus" abgetrennt und als erster Spinalnerv aufgefasst. Bei *Ammocoetes*, wo noch keine knorpeligen Wirbelbogen existiren, ist die hintere Grenze nur durch den Vergleich mit *Petromyzon* zu ziehen. Der Durchtritt in dieser Region (zwischen Labyrinthkapsel und erstem knorpeligen Wirbelbogen) erfolgt nach Schlemm und d'Alton (1838 p. 272) und Schneider (1879 p. 76) durch eine, nach Born (1827 p. 181), Schneider (1880 p. 331), Ahlborn (1884 A. p. 305) und Julin (1887 B. p. 834) durch zwei Oeffnungen. Wiedersheim (1880 A. p. 12) erwähnt bei *Ammocoetes* so viele feine Oeffnungen, als Wurzeln vorhanden sind (also 8), während bei *Petromyzon* nur 2—3 Löcher existirten; damit sucht er des Weiteren die von ihm hervorgehobene principielle Differenz im Verhalten von *Ammocoetes* und *Petromyzon* (s. o.) zu begründen, findet aber auch hier in Schneider und Ahlborn, welche keine wesentlichen Unterschiede zwischen der Larve und dem erwachsenen Thiere gelten lassen, Gegner.

---

den durchtretenden, den „Hinterzellen" entstammenden, und den angelehnten, wohl sympathische Elemente repräsentirenden, Fasern erwähnt Freud (1878 p. 64) auch solche, welche weder mit Spinalganglienzellen noch mit Hinterzellen in Verbindung stehen sollen. Retzius (1891 p. 45) glückte es bei *Amphioxus* trotz genauester Untersuchung auch nicht, bei einem grossen Theile der dorsalen Spinalfasern Zusammenhänge mit Nervenzellen nachzuweisen.

1) Das Gleiche gilt für den einer ventralen Wurzel entsprechenden Oculomotorius (v. Kupffer 1891 p. 47, 1895 p. 35; Hatschek 1892 p. 158).

2) In der zweiten Mittheilung, welche die erste diesbezüglich korrigirt.

Von den spinalen Nerven tritt der erste dorsale und ventrale[1]) mit gesonderten Oeffnungen durch den ersten auffallend breiten und auf SCHNEIDER's (1879 Taf. X Fig. 1, 1880 p. 332) und PARKER's (1883 Taf. XVIII Fig. 5) Abbildungen mit zwei dorsalen Dornen versehenen Wirbelbogen; derselbe ist dementsprechend auch als Konkret zweier Wirbel aufgefasst worden. Die folgenden Spinalnerven verhalten sich derart, dass der vorausgehende dorsale durch das interarkuale Ligament resp. den rostralen Einschnitt der Wirbelbogen, der folgende ventrale durch das Foramen des knorpeligen Wirbelbogens durchtritt (SCHNEIDER 1879 p. 52); im mittleren und hinteren Rumpfabschnitte ändert sich dieses Verhalten, worüber ich auf SCHNEIDER (insbes. Taf. X Fig. 1) und JULIN verweise.

Vor den spino-occipitalen Nerven (Hypoglossus der Autoren) befindet sich der mit dem N. glossopharyngeus verbundene N. vagus. Mit diesem entspringt er mit einer recht verschieden angegebenen Zahl von in einer mehr dorsalen Ebene liegenden Wurzelbündeln von der Seite der Medulla oblongata, somit dorso-rostral von den spino-occipitalen Nerven, und tritt dann gleichfalls rostral und dorsal vor denselben, nur durch eine häutige Scheidewand von ihnen getrennt, durch den Anfang der oben erwähnten Membran. Die Zahl der Wurzeln des Glossopharyngeus-Vagus wird sehr wechselnd angegeben (1 nach HATSCHEK 1892 p. 157; 2 nach SCHLEMM und D'ALTON 1838 p. 270; 3 nach RATHKE 1825; 3—4 nach JULIN 1887 B. p. 831—832; 4 nach SCHNEIDER 1879 p. 75, RANSOM and THOMPSON 1886 p. 422, SHORE 1888 p. 372, v. KUPFFER 1895 p. 59 Fig. 46; 4—7 nach WIEDERSHEIM 1879 p. 591, 1880 A. p. 13; 8—9 nach AHLBORN 1884 p. 291 ff.). Von ihnen vertheilt sich die vordere Hälfte auf den Glossopharyngeus, die hintere auf den Vagus[2]); in der Regel kann man beide Nerven leicht scheiden. Nach den Angaben der überwiegenden Anzahl der Autoren sind diese Wurzeln sämmtlich sensibel (dorsal). Nur WIEDERSHEIM gab in seinen beiden ersten Veröffentlichungen darüber (1879 p. 591, 1880 A. p. 13) an, dass von seinen 7, eine förmliche Strickleiter bildenden Wurzeln 4 sensible dorsale und 3 motorische ventrale repräsentiren, dass somit auch Glossopharyngeus + Vagus einen Komplex von mehreren aus dorsalen und ventralen Wurzeln zusammengesetzten Nerven bilden; seine Angaben wurden indessen von AHLBORN widerlegt und scheinen auch von ihm selbst verlassen zu sein; wenigstens reproducirt er in der Vergleichenden Anatomie (1888 und 1893) die Abbildungen AHLBORN's.

Ueber die centralen Verhältnisse dieser Wurzeln berichtet AHLBORN (1883 p. 258, 259), bringt die vier hinteren (Vagus s. str. nebst Lateralis vagi) mit dem oberen lateralen Ganglion, die vier vorderen (Glossopharyngeus) mit dem Kern des Acusticus resp. Acustico-Facialis in Zusammenhang und betont ihre Homodynamie mit den sensibeln Spinalnervenwurzeln. Genuine motorische, aus ventro-lateralen Kernen entstehende Fasern des Glossopharyngeus und Vagus (vergl. p. 439) werden nirgends beschrieben.

Im weiteren Verlaufe, vor oder während des Durchtritts durch die häutige Wand hinter dem Labyrinthknorpel sammeln sich die vorderen (rostralen) sowie die hinteren (caudalen) Wurzelfasern zu je einem Stamme (Glossopharyngeus und Vagus), die beide ausserhalb der erwähnten Wand in je 1 Ganglion (Hauptganglion v. KUPFFER's) übergehen; das vordere Ganglion (Ganglion glossopharyngei) ist das kleinere, das hintere (G. vagi) das grössere; beide entstehen, wie v. KUPFFER's Untersuchungen (1890 p. 525 f., 1891 p. 43 f., 1895 B. p. 16 f., 45 f.) zeigen, in der Ontogenese

---

1) WIEDERSHEIM's Angabe (1880 p. 14), der hier zwei ventrale Hypoglossus-Wurzeln annahm, ist von AHLBORN (1884 p. 289), der die erste in Uebereinstimmung mit SCHNEIDER (1879 p. 53; hier sind durch Schreibfehler die Wurzeln verwechselt) als eine dorsale erkannte, richtig gestellt worden.

2) Bezüglich der genaueren Verhältnisse vergl. die einzelnen Angaben der Autoren. WIEDERSHEIM (1880 A. p. 13) und JULIN (1887 B. p. 831) heben hervor, dass die erste Wurzel die stärkste ist; aus AHLBORN's Abbildungen (1883 Taf. XIII Fig. 2, 1884 A. Taf. XVIII Fig. 5) resultirt, dass gerade unter den hinteren sich die stärkeren befinden.

als metamerisch einfache Gebilde[1]). Der Durchtritt durch den vorderen auf das knorpelige Labyrinth direkt folgenden Abschnitt dieser membranösen Wand geschieht dorso-rostral (vorwiegend rostral) von dem Durchtritte des „Hypoglossus", und zwar nach Angabe der Autoren mit 1—7 Oeffnungen; PARKER (1883 Taf. XVIII Fig. 5) bildet 1 Oeffnung ab, SCHLEMM und D'ALTON (1838 p. 270) erwähnen 1 noch durch Haut in 2 Abtheilungen getrennte Oeffnung, SCHNEIDER (1879 p. 71) 2, JULIN (1887 B. p. 831) 2 bis 3 Oeffnungen; WIEDERSHEIM (1880 A. p. 21, 1880 B. p. 447) unterscheidet zwischen *Ammocoetes*, wo die 4 bis 7 Vaguswurzeln in wechselnder Weise durch 1 bis 7 (meist 2 bis 3) Löcher austreten, und *Petromyzon*, wo nur 1 Oeffnung vorhanden sei. AHLBORN (1884 A. p. 291) giebt an, dass er WIEDERSHEIM's Beobachtung, dass jeder Nervenstrang durch ein besonderes Loch austrete, im gewissen Sinne auch für *Petromyzon* bestätigen könne.

Das Ganglion glossopharyngei, vor welchem ein hinter dem ersten metaotischen Myotom aufsteigender Ram. cutaneus dorsalis HATSCHEK (1892 p. 157) von der Wurzel abgeht, lässt den Nervus glossopharyngeus („ersten Branchialnerven") entstehen, der in descendenter Richtung nach der ersten offenen Kiemenspalte strebt, die Umgebung derselben mit einem schwächeren sensibeln praetrematischen und einem stärkeren gemischten posttrematischen Nervenzweige versorgend[2]) und während dieses Verlaufes zugleich nach AHLBORN (1884 A. p. 302) und v. KUPFFER (1895 B. p. 74) eine Anastomose an den „Hypoglossus" abgebend, welche aber von JULIN (1887 B. p. 852) abgeleugnet wird. — Dem Ganglion vagi, vor welchem gleichfalls ein hinter dem zweiten metaotischen Myotom dorsalwärts verlaufender Ram. cutaneus dorsalis (HATSCHEK a. a. O.) abgeht, entstammen als zwei annähernd gleich starke Aeste der Ram. lateralis und Ram. branchio-intestinalis[3]). Ersterer empfängt eine Anastomose von dem sog. Ram. recurrens facialis (R. recurrens lateralis facialis HATSCHEK's), begiebt sich dann, als sensibler, aber der Ganglienzellen entbehrender, aus Facialis- und Vagus-Fasern zusammengesetzter Nerv, der bei ausgebildeten Thieren tief in die Rumpfmuskulatur eingebettet ist, in longitudinaler Richtung nach hinten bis zum kaudalen Körperende, und versorgt auf seinem ganzen Verlaufe mit zahlreichen an die Haut aufsteigenden Zweigen die dort befindlichen Hautsinnesorgane[4]); letzterer enthält gemischte Fasern und steigt in descendenter Richtung nach dem dorsalen Bereiche der zweiten Kiemenspalte, um von da aus, immer dorsal über den folgenden Kiemenspalten verlaufend, zahlreiche Ganglienzellen enthaltend und an die Umgebung der 2. bis 7. Kiemenöffnung Zweige abgebend, an das hintere Ende des Kiemenkorbes und darüber hinaus bis zum Herz und Vorderdarm zu gelangen. Die 6 Rr. branchiales verhalten sich wie der erste Branchialnerv (N. glossopharyngeus) und versorgen mit sensibeln praetrematischen und gemischten posttrematischen Zweigen die vordere und hintere Wand

---

1) D. h. nicht aus verschiedenen metamerisch auf einander folgenden Ganglien zusammengesetzte Gebilde. Dass sie wie alle Hauptganglien aus einem medullaren (mediales oder centrales Ganglion) und einem epidermoidalen (laterales Ganglion, laterale Plakode) Antheil sich zusammensetzen, wird gleichfalls von v. KUPFFER angegeben (s. besonders 1894 A. p. 71 ff.).

2) So nach den Angaben aller Autoren von BORN bis HATSCHEK und v. KUPFFER mit einziger Ausnahme JULIN's (1887 B. p. 822 f.), der den 1. offenen Kiemenspalt vom Facialis, dagegen den 2. vom Glossopharyngeus versorgen lässt. Dass hier ein Irrthum in den übrigens vortrefflichen Untersuchungen JULIN's vorliegt, ist klar, wurde auch von DOHRN (1887 p. 316 f., 1888 p. 247 f., p. 297 f.) wiederholt besprochen. Der N. facialis ist der Nerv der der ersten offenen Kiemenspalte vorausgehenden embryonalen Kiemenspalte (HUXLEY 1875 p. 127, 1876 p. 420), welche nach SCOTT (1880 p. 424, 1881 p. 142) sich später spurlos schliesst, nach DOHRN (1885 A. p. 55 f.) aber sich zu der von SCHNEIDER gefundenen Wimperrinne (Pseudobranchialrinne DOHRN's) umbildet. Von den neuesten Autoren folgt HATSCHEK (1892 p. 156) DOHRN, während v. KUPFFER (1895 A. p. 114, 115 Fig. 4) die eigentliche Kiementasche vor der Pseudobranchialrinne findet.

3) Pneumo-gastricus der älteren Anatomen, Branchio-gastricus v. KUPFFER's.

4) Bezüglich aller näheren Verhältnisse des R. lateralis verweise ich auf Schneider (1879), AHLBORN (1884 A.), JULIN (1887 B.) und DOHRN (1888). Kurz erwähnt sei auch, dass RAMSON and THOMPSON (1886 p. 423) ihn als Relikt des ausgedehnten und unregelmässigen Kommissurensystems der hinteren Wurzeln von Amphioxus auffassen; in doppelter Hinsicht kann ich dem nicht zustimmen.

jeder Kiemenspalte; der Endtheil (Ram. intestinalis) ist schwach, wesshalb seine Existenz auch bezweifelt wurde, verläuft aber auf Grund zuverlässiger Untersuchungen bis in den Bereich des Vorderdarms, wenn nicht weiter[1]. Ausserdem beschreibt v. KUPFFER (1895 A. p. 120, 1895 B. p. 58, Fig. 45, p. 62 f.) bei Ammocoeten von 6 bis 12 mm Länge einen „Ram. recurrens vagi", welcher nach der ersten Mittheilung (1895 A.) von dem hintersten Ram. posttrematicus des epibranchialen Stranges (R. branchio-gastricus) abgeht und den ventralen Längsmuskel der Kiemengegend versorgt, zufolge der zweiten Mittheilung (1895 B.) den breiten Fasern des R. branchio-gastricus entstammt und sich hinter der letzten Kiemenöffnung ventralwärts nach vorn umschlägt, um darauf der Innenwand des ventralen Muskels der Leibeswand (der in der Kiemengegend den Bauchmuskel vertritt) angelehnt bis zum 1. Kiemenloch zu verlaufen, wobei er fortlaufend Zweige abgiebt, welche in den Muskel eindringen, vielleicht auch bis in die Haut gelangen, was er aber unentschieden lassen müsse[2]. — Ontogenetisch entsteht nach v. KUPFFER der Ram. lateralis vagi durch fortlaufende Abspaltung von der Epidermis; der R. branchio-gastricus bildet einen Abkömmling der epibranchialen Längskommissur, wobei seine Ganglienzellen aus den 6 embryonalen Epibranchialganglien (epibranchialen Plakoden) abstammen; der N. recurrens vagi entwickele sich aus dem hintersten Ram. posttrematicus.

Dass der Vagus die Kiemen auch mit motorischen Zweigen versorgt, wurde soeben erwähnt; woher sie stammen, wird von den Autoren nicht angegeben, denn dieselben schreiben (mit einziger Ausnahme der in dieser Beobachtung und Fassung widerlegten Angaben WIEDERSHEIM's) demselben nur sensible Wurzeln zu[3]. — Ein N. accessorius fehlt dem Vagus der Petromyzonten, wird wenigstens von keinem Untersucher angegeben[4].

Durch die nahen räumlichen Beziehungen der spino-occipitalen Nerven („Hypoglossus") zum Vagus sind einige Autoren veranlasst worden, beide Nerven auch in morphologischen Zusammenhang zu bringen. SCHNEIDER (1879 p. 75) giebt an, dass Beide sich wie die motorischen und sensibeln Wurzeln eines Spinalnerven verhalten, und AHLBORN (1883 p. 257, 1884 A. p. 300 f.) spricht von einer „Vagus-Hypoglossus-Gruppe". Im Gegensatze dazu stellt WIEDERSHEIM (1879 p. 591, 1880 A. p. 14, 21) seine spinalartige Hypoglossus-Gruppe (die auch vielleicht Elemente eines Accessorius enthalte) der aus den Nn. glossopharyngeus und vagus bestehenden Vagus-Gruppe gegenüber und lässt sie metamerisch auf dieselbe folgen. Später (1888 p. 178, 1893 p. 281) rechnet er die beiden vorderen Hypoglossus-Wurzeln (die am ehesten dem sog. Hypoglossus der Petromyzonten, dessen er nicht Erwähnung thut, zu vergleichen sind) zum Vagus. HATSCHEK (1892 p. 158) bezeichnet, wie schon erwähnt, den ersten dorsalen spino-

---

1) Auch hier enthalte ich mich jeder specielleren Angabe und verweise diesbezüglich auf LANGERHANS (1873), JULIN (1887 B.) und v. KUPFFER (1895 B.).

2) Die genauere Entstehung dieses Zweiges giebt v. KUPFFER derartig an, dass in der Mitte des Kiemendarmes am R. branchio-gastricus eine Sonderung in eine dorsale überwiegend aus breiten Fasern bestehende und eine ventrale aus schmalen Fasern und Ganglienzellen zusammengesetzte Portion stattfindet und dass hinter der 6. Kiementasche der aus den breiten Fasern bestehende Strang lateral rückt und sich vom Ganglienstrang (welcher die Richtung des Nerven fortsetzt, innere Branchialzweige für das vorletzte und letzte Kiemenseptum absendet und als R. intestinalis weiterzieht) ablöst, wobei er die beiden hinteren äusseren Branchialzweige abgiebt und dann den oben geschilderten Verlauf eingeht. Woher die breiten Fasern stammen, kann KUPFFER nicht endgültig entscheiden, doch ist er geneigt, sie auf Anastomosen mit ventralen Aesten der Spinalnerven (sowohl der motorischen wie sensibeln) mit dem R. branchio-gastricus zurückzuführen.

3) LANGERHANS (1873 Taf. VIII Fig. 4) bildet Zellen und Fasern ab, welche genuinen motorischen Ganglienzellen und Nervenfasern des Vagus entsprechen könnten; doch ist der Text (p. 87, 88) dieser Auslegung nicht günstig und lässt eher an — unvollkommen beobachtete — sensible Wurzeln des Glossopharyngeus denken.

4) BORN's „Accessorius" (1827 p. 181) ist bekanntlich der R. lateralis vagi. Das, was nach WIEDERSHEIM 1880 A. p. 13) vielleicht einem Theile des Accessorius der anderen Wirbelthiere entsprechen soll, sind die sensibeln Wurzeln des Hypoglossus-Komplexes, während der Accessorius von RANSOM and THOMPSON (1886 p. 425) die sub Vagus 2a. angegebenen starken Fasern repräsentirt, welche ich zu den spino-occipitalen Nerven ziehe.

occipitalen Nerven als „spinalartigen Vagusanhang“; die ventralen spino-occipitalen Nerven (die in der Dreizahl auf den Vagusanhang folgen) werden von ihm 1892 dem Glossopharyngeus, Vagus und spinalartigen Vagusanhang und 1893 dem Facialis, Glossopharyngeus und Vagus zugerechnet, obwohl sie sich zum Theil in recht grosser räumlicher Entfernung von diesen Nerven befinden.

Die erwähnten Befunde werden zugleich von verschiedenen Autoren verwerthet, um über die Grenze zwischen Cerebral- und Spinalnerven, zwischen Cranium und Wirbelsäule sich zu äussern. Schneider (1879 p. 76) betont, dass man zwar Vagus und Hypoglossus noch als Hirnnerven ansehen könne, dass aber ihre Aehnlichkeit mit Spinalnerven gross sei. Hatschek (1892 p. 157 f.) lässt seinen spinalartigen Vagusanhang (den er auf Fig 11 als Spinalis 1 bezeichnet) bei den Gnathostomen sich wahrscheinlich mit dem Vagus verbinden, unterscheidet somit bei Petromyzonten einen unisegmentären primären Vagus, dem der spinale Vagusanhang folge, bei Gnathostomen aber einen bisegmentären Vagus, der aus der Verbindung der Beiden bei *Petromyzon* noch getrennten Elemente hervorgegangen sei. von Kupffer (1894 p. 65) hebt hervor, dass die Ganglien der dorsalen Kopfnerven den Spinalganglien nicht homodynam seien. Einen ähnlichen Gedankengang wie Hatschek vertrat schon viel früher Wiedersheim (1880 B. p. 449), indem er den ersten Wirbelbogen von *Petromyzon* als das dem Schädel noch nicht vereinigte Occipitalsegment auffasste Der umfangreichste Versuch dieser Art ist aber neuerdings, an Hatschek's Angaben anknüpfend von Sewertzoff (1895 p. 76 ff. Tabelle VIII) gemacht worden. Derselbe nimmt für die Vergleichung zwischen *Petromyzon* und *Acanthias* die Mm. recti externi Beider (bei *Petromyzon* nach Hatschek aus dem 2. Myotom, bei den Selachiern nach van Wijhe und Hoffmann aus dem 3. Myotom entstanden) als fixe Ausgangspunkte an, zählt von da nach hinten die Myotome ab und kommt damit zu dem Resultate, dass das vierte bei *Petromyzon* zwischen Kopf und erstem Wirbel liegende Myotom (VI) dem ersten gut entwickelten Kopfmyotom von *Acanthias* (VII) entspreche und dass ferner die hintere Schädelgrenze von *Acanthias* der hinteren Grenze des vierten freien Wirbelbogens von *Petromyzon* zu vergleichen sei, dass somit eine Einverleibung von 4 bei den Petromyzonten noch freien Wirbeln in den Schädel bei *Acanthias* stattgefunden habe. —

Ueber die peripherische Verbreitung der spino-occipitalen und spinalen Nerven wird folgendes angegeben.

Der 1. dorsale spino-occipitale Nerv (Vagusanhang Hatschek's) schickt von (oder vor) seinem Ganglion einen den Rr. cutanei dorsales des Glossopharyngeus und Vagus entsprechenden dorsalen Hautast, der hinter dem 3. metaotischen Myotom aufsteigt, nach oben (Hatschek 1892 p. 157). Die ventralen spino-occipitalen Nerven (Hypoglossus der Autoren) theilen sich nach dem Austritte aus der häutigen Umhüllung des Centralnervensystems in schwächere dorsale und stärkere ventrale Aeste. Die dorsalen Aeste gehen in der Dreizahl resp. nach kurzem gemeinschaftlichen Anfange bald auseinander weichend (Born 1827 p. 181, Ahlborn 1884 A. p. 305) oder in der Zweizahl (Julin 1887 B. p. 834 f.) dorsalwärts, wobei sie sich über den Ram. lateralis vagi hinwegschlagen, und verzweigen sich in dem dorsalen Abschnitte der ersten Myomeren des Seitenrumpfmuskels, wobei der vorderste nach vorn bis zum Bereiche der Ohrkapsel resp. der Nasenöffnung steigt; Julin lässt dieselben theils mit dem R. lateralis vagi anastomosiren, theils die beiden ersten Myomeren versorgen. Die ventralen Aeste sind beim Austritte entweder schon zu einem gemeinsamen Stamme verbunden (Born 1827 p. 181, Ahlborn 1884 A. p. 305), der den Glossopharyngeus und R. branchio-intestinalis vagi dorsal kreuzt, dann (nach Born) über den ersten Kiemenmuskel hinwegzieht, denselben mit einigen Zweigen versorgend, und endlich ventro-rostralwärts zu den Muskeln der Zunge gelangt, während Ahlborn ihn eine Anastomose von dem Glossopharyngeus empfangen lässt, aber seinen weiteren Verlauf nicht schildert[1]), — oder sie vereinigen sich nach Julin (1887. B. p. 834 f.) erst nach Abgabe von Seitenästen, gehen

1) Ganz irrig und mir auch in der Hauptsache unverständlich sind die Angaben von Schlemm und d'Alton (1838 p. 272), die ich deshalb gar nicht rekapitulire.

Anastomosen mit dem R. branchio-intestinalis vagi ein und versorgen die ventrale Abtheilung der beiden ersten Myomeren des Seitenrumpfmuskels sowie Muskeln der Zunge. Schneider (1879 p. 76) und Hatschek (1892 p. 158) lassen, ohne speciellere Angabe, die drei ersten metaotischen Myomeren von den ventralen spino-occipitalen Nerven versorgt werden, Mc Murrich (1885 p. 144) spricht, jedoch ohne die Grundlage eigener Untersuchungen, von einer Versorgung der Zungenmuskeln (die nach der genauen Zergliederung von P. Fürbringer (1875 p. 48) durchweg von dem Trigeminus versorgt werden), Ransom and Thompson (1886 p. 424) notiren eine Endigung der hierher gehörigen Nervenfasern (Vagus 2 a) in dem Seitenrumpfmuskel (muscles of the body-wall), Dohrn (1888 p. 278) erwähnt kurz eine Versorgung des vordersten Myotomes durch den dorsalen und ventralen Ast des Hypoglossus, v. Kupffer (1895. B. p. 74) endlich lässt das zweite metaotische Myomer und den von ihm sekundär hervorgesprossten „Seitenmuskel des Kopfes" durch die motorischen Antheile des Hypoglossus (die beiden ersten ventralen spino-occipitalen Nerven) versorgt werden, wobei dessen dorsale Aeste sich zu einem starken Stamme vereinigen, der nach vorn gerichtet sich an die Seitenfläche des N. lateralis anlehnt, den nicht in den Seitennerven aufgegangenen Theil des ersten dorsalen Spinalnerven übernimmt, im weiteren Verlaufe einen starken Verbindungszweig aus dem Ganglion glossopharyngei erhält und die obere Portion des Seitenmuskels nach vorn bis an die Nase begleitet, während die ventralen Aeste in die ventrale Portion des erwähnten Myotoms und des Seitenmuskels des Kopfes eintreten.

Aehnlich verhalten sich die spinalen Nerven, die gleichfalls in dorsale und ventrale Spinalnerven (an Stelle der dorsalen und ventralen Wurzeln) unterschieden werden. Julin's Beschreibung (1887. B. p. 867 f.) entlehne ich die folgenden Angaben: Die dorsalen Spinalnerven bilden nach dem Austritte aus der Wirbelsäule ein ansehnliches Ganglion und theilen sich hierauf in je einen dorsalen und ventralen Ast; der erstere geht über den R. lateralis vagi dorsalwärts nach oben, bildet Anastomosen mit demselben, und verbreitet sich durch die Ligg. intermuscularia hindurchtretend an der Haut des Rückens; der letztere wendet sich ventralwärts zur Haut und schickt ausserdem noch Rami viscerales s. sympathici ab. Die im ausgebildeten Zustande ganglienlosen ventralen Spinalnerven theilen sich ebenfalls gleich nach dem Austritte in je einen dorsalen und ventralen Ast, welche einen ähnlichen Verlauf wie die vorhergehend beschriebenen dorsalen Nerven zeigen; ihre dorsalen Aeste anastomosiren gleichfalls mit dem R. lateralis vagi und versorgen die dorsale Rumpfmuskulatur, ihre ventralen Aeste innerviren die ventralen Theile der Rumpfmyomeren, geben Rami viscerales für den Sympathicus ab und bilden im Bereiche der Branchialregion Anastomosen mit dem Ramus branchio-intestinalis vagi. — Ueber die metamerische Verbreitung in den einzelnen Myomeren des Seitenrumpfmuskels macht Schneider (1879 p. 76) allgemeinere Angaben, denen zufolge die beiden ersten Nn. spinales je 2 Myomeren (der erste das 4. und 5., der zweite das 5. und 6.), die folgenden Nerven je 1 Myomer (der dritte das 7., der vierte das 8. etc. etc.) versorgen sollen; Julin (1887 B. p. 859) fand stets, dass je ein Spinalnerv je 1 Myomer versorgt, beobachtete aber manchmal ebenso wie Freud (1878), dass zwei ventrale Nerven in 1 Myomer verlaufen können.

Ueber die Entwickelung der spinalen Nerven verdanken wir v. Kupffer (1890-95, vergl. insbesondere 1894 p. 63 ff.) die genauesten Angaben. Dieselbe beginnt von der dorsalen und ventralen Nervenleiste des Rückenmarks; von ersterer entstehen die dorsalen, von letzterer die ventralen Spinalnerven. Die ventralen Spinalnerven entwickeln sich in Gestalt von successive länger werdenden Zellenketten mit ventralen Spinalganglien zwischen der Medulla und der sich ausdehnenden Innenfläche der Myomeren und bilden sich in Nervenfasern um. Die dorsale Nervenleiste entsteht sogleich in Berührung mit der dorsalen Kante der Mesomeren; sie segmentirt sich und mit ihrer Segmentirung kommen die segmentalen dorsalen Nerven zur Entstehung in Gestalt einer dünneren, zwischen die Zellen des Centralorgans eingekeilten Wurzel und einer verdickten kappenartig den dorsalen Kantenzellen des Mesoderms auflagernden Partie; letztere wird als primäres Ganglion (dorsales Primärganglion) bezeichnet und als eine Bildung angesehen, von

welcher die primäre Innervation der Myomeren ausgehe. Weiterhin entstehen aus dem Primärganglion medio-ventralwärts, d. h. zwischen Myomeren und Rückenmark sich erstreckende Auswüchse, die Anlagen der bleibenden dorsalen Spinalnerven incl. Ganglien. Damit combiniren sich laterale, aus den ROHON'schen Zellen stammende Embryonalfasern, welche zwischen Myomeren und Epidermis verlaufen, aber keinen bleibenden Bestand haben[1]).

Die Angaben der Autoren über Verbindungen der spino-occipitalen Nerven (Hypoglossus der Autoren) mit anderen Nerven wurden schon im Vorhergehenden an verschiedenen Stellen erwähnt. Ueber eine peripherische Vereinigung mit dem ersten dorsalen Spinalnerven berichtet v. KUPFFER (1895 B. p. 74). — Anastomosen mit dem Glossopharyngeus, denen zufolge der „Hypoglossus" Fasern von diesem erhält, werden von SCHLEMM und D'ALTON (1838 p. 272), AHLBORN (1884 A. p. 302) und v. KUPFFER (1895 B. p. 74) angegeben, dagegen von JULIN (1887 B. p. 852) abgeleugnet. — Verbindungen mit dem Ram. lateralis vagi, sei es seitens der spino-occipitalen, sei es seitens der spinalen Nerven, beschreiben SCHLEMM und D'ALTON (1838 p. 272), RANSOM and THOMPSON (1886 p. 422, dorsale Aeste der dorsalen spinalen Nerven), JULIN (1887 B. p. 834 f., p. 868 f., dorsale Aeste des Hypoglossus und der dorsalen und ventralen spinalen Nerven) und v. KUPFFER (1895 B. p. 74, erster dorsaler spinaler Nerv); DOHRN (1888 p. 268) leugnet sie ab und erkennt nur eine Aneinanderlagerung Beider an. — Desgleichen treten für Verbände mit dem Ram. branchio-intestinalis vagi ein BORN (1827 p. 181), SCHLEMM und D'ALTON (1838 p. 272)[2]) RANSOM and THOMPSON (1886 p. 424, ventrale Aeste der dorsalen und ventralen spinalen Nerven), JULIN (1887 A. p. 174, 1887 B. p. 834 f., p. 870, ventrale Zweige des Hypoglossus und der ventralen spinalen Nerven) und v. KUPFFER (1895 B. p. 62-63, wahrscheinlich ventrale Aeste der ventralen und vielleicht auch dorsalen spinalen Nerven); v. KUPFFER bringt dieselben, wenn ich ihn recht verstehe, zu seinem Ram. recurrens vagi in Beziehung. Die anderen Autoren sind geneigt, in ihnen ganz oder zum Theil Rami viscerales zu erblicken, somit Wurzeln des Sympathicus, welche sich in der Branchialregion dem Vagus anschliessen[3]).

---

1) Bei den (dorsalen) Gehirnnerven (cf. v. KUPFFER 1894 p. 69 ff.) geschieht die erste Entwickelung bis zur Bildung des dorsalen Primärganglions in gleicher Weise; dann aber sprossen von diesem zwei Auswüchse aus: 1) ein schwächerer medio-ventral zwischen centrales Nervensystem und Mesoderm gerichteter, welcher also den dorsalen Spinalnerven entspricht, und 2) ein stärkerer und beständigerer, latero-ventralwärts zwischen Mesoderm und Epidermis vorwachsender, die Anlage des Branchialnerven. Inzwischen hat auch die benachbarte Epidermis zu einer doppelten metameren Reihe von Plakoden sich verdickt, deren dorsale (laterale Plakoden) früher entstehen als die ventralen (epibranchiale Plakoden). An die lateralen Plakoden wachsen die sub 2) angegebenen lateralen Zellenketten des Nervensystems (Branchialnerven-Anlagen) heran, an der Berührungsstelle mit denselben zugleich ein Ganglion medullarer Abkunft (mediales Ganglion) bildend; desgleichen trennt sich von der lateralen Plakode ein Ganglienzellenhaufen (laterales Ganglion) ab und beide Ganglien (das medullare mediale und das epidermoidale laterale) verschmelzen zu dem Hauptganglion. Währenddessen tritt das dorsale Primärganglion in Rückbildung. Von dem Hauptganglion wuchern weitere Zellenketten zwischen Mesoderm und Epidermis ventralwärts bis zum Gebiete der epibranchialen Plakoden und verschmelzen mit Abkömmlingen derselben zu den Epibranchialganglien. Von da aus erfolgt schliesslich unter hervorragender Theilnahme der Epidermis eine weitere Nervenentwickelung, der epibranchiale Strang. Die Gehirnnerven sind somit von den Spinalnerven durch das Plus der Branchialnerven mit ihren doppelten Ganglien verschieden; doch finden sich mitunter, selbst bei Embryonen von Amnioten, insbesondere Sauropsiden, noch im vorderen Rumpfgebiete, hinter dem Vagus, Rudimente solcher Branchialnerven, womit sich die Grenze zwischen beiden Gebieten einigermassen verwischt. — Hervorzuheben ist, dass v. KUPFFER bei jungen Ammocoeten von 4—5 mm Länge keine Versorgung des inneren Zuges des aus 3 Myomeren bestehenden Seitenmuskels des Kopfes durch den Hypoglossus, sondern eine solche durch auf seiner Dorsalkante auflagernde dorsale Primärganglien, welche den Hauptganglien des Facialis, Glossopharyngeus und Vagus entstammen, angiebt (1895 B. p. 47 ff.). Vergl. auch meine obigen Mittheilungen darüber (p. 584 Anm. 1).

2) Im Uebrigen ist mir die bezügliche Stelle („die untere Portion des Hypoglossus einigt sich mit dem unteren Aste der hinteren Wurzel des Vagus zum Nervus glossopharyngeus BORN's") nicht recht verständlich. BORN's Glossopharyngeus entspricht dem Hypoglossus der Autoren.

3) Dabei laufen Seitens RANSOM and THOMPSON einige Irrthümer ein, welche JULIN berichtigt. Hinsichtlich des Genaueren verweise ich auf JULIN's treffliche Darstellung (1887 A. p. 195 und 1887 B. p. 871 f.), sowie auf DOHRN's Mittheilungen (1885 B. p. 416 Anm. 1 und 1888 p. 277 f.).

Die für den Vergleich mit der Seitenrumpfmuskulatur sowie den epibranchialen und hypobranchialen spinalen Muskeln der Gnathostomen in Betracht kommende Muskulatur ist die längslaufende Seitenrumpfmuskulatur der Petromyzonten; die Zungenmuskulatur, welche auch einzelne Autoren (BORN 1827 p. 181, MC MURRICH 1885 p. 144 und JULIN 1887 B. p. 834 f.) von den spino-occipitalen und spinalen Nerven versorgen lassen, wird nach den genauen Untersuchungen von P. FÜRBRINGER (1875 p. 48 f.) durch den Trigeminus innervirt.

Über diese Seitenrumpfmuskulatur haben namentlich RATHKE (1825 p. 24), STANNIUS, (1851 p. 225 f., 1854 p. 110), GRENACHER (1867 p. 4), SCHNEIDER (1879 p. 72 f.), WIEDERSHEIM (1883 p. 231), JULIN (1887 B. p. 864), BUJOR (1891 p. 27 f.), v. KUPFFER (1891 p. 49, 1895 A. p. 119 f., 1895 B. p. 40 f., p. 62 f.), HATSCHEK (1892 p. 174 f.) und MAURER (1894 p. 484 ff.) Mittheilungen gemacht; diejenigen von SCHNEIDER, JULIN, v. KUPFFER und HATSCHEK kommen für unsere Zwecke hauptsächlich in Betracht. SCHNEIDER beschreibt die Spaltung des Muskels (grosser Längsmuskel SCHNEIDER) im Bereiche der Kiemenöffnungen in einen dorsalen und ventralen Theil und HATSCHEK führt diese Spaltung noch weiter, indem er im dorsalen Bereiche, durch den vom Auge ausgehenden kurzen dorso-lateralen Spalt gesondert, noch einen dorsalen und mittleren Theil unterscheidet; den mittleren Theil trennt der durch die Reihe der Kiemenöffnungen gegebene ventro-laterale Spalt von dem ventralen. Den mittleren Theil fasst er als den ursprünglichen, den dorsalen und ventralen als den hinzugewachsenen Theil auf. Alle diese Partien sind durch bogenförmige Septen in Myomeren gesondert, welche in ihrer Anzahl im Kiemenbereiche den Branchiomeren nicht entsprechen, aber auch im dorsalen (resp. dorsalen und mittleren) Theile zahlreicher sind als im ventralen (SCHNEIDER, JULIN, HATSCHEK). SCHNEIDER's Abbildungen (Taf. II und XI) zeigen bis zum Zusammentreten des dorsalen und des ventralen Theiles hinter der letzten Kiemenöffnung bei Ammocoeten 13 bis 14 dorsale und 10 bis 11 ventrale Myomeren, bei *Petromyzon marinus* 15 dorsale und 12 bis 13 ventrale Myomeren, JULIN's Zählungen bei jungen und alten Ammocoeten ergeben dieselben Resultate, wie SCHNEIDER sie fand. HATSCHEK erklärt diese Dysmetamerie mit der Annahme, dass einige Myotome an ihrem Hinunterwachsen durch die Kiemenspalten behindert wurden und daher keinen ventralen Theil lieferten. Die Zahl der innervirenden Spinalnerven entspricht in der Hauptsache (SCHNEIDER) oder genau (JULIN) derjenigen der dorsalen Myomeren; JULIN nimmt daher an, dass von den minder zahlreichen ventralen Myomeren einige durch zwei Nerven versorgt würden. Eine Versorgung durch zwei Nerven giebt SCHNEIDER auch für das 4. bis 6. Myomer an, welchem der 1. und 2. Spinalnerv entspreche.

Über die vorderen, von den spino-occipitalen Nerven innervirten Myomeren machen SCHNEIDER, HATSCHEK und v. KUPFFER genauere Angaben. SCHNEIDER lässt den dorsalen Theil bis vor die Nasenkapsel[1]), den ventralen bis vor die erste Kiemenöffnung gehen; unter dem Auge (mittlerer Theil HATSCHEK's) liegt bei *Ammocoetes* noch ein kleines Myomer, welches sich bei *Petromyzon* bedeutend vergrössert, zu etwa 10 Myomeren entwickelt und ventral über den Anfang der vorderen Endsehne des ventralen Muskels reicht. HATSCHEK lässt die oberflächlichen Theile des Seitenrumpfmuskels von *Ammocoetes* über Ohrblase und Auge bis zur Nasengegend ziehen, die tiefen aber bis an den hinteren Theil der Ohrblase hinan reichen; der Seitenrumpfmuskel entwickele sich nur aus metaotischen Elementen. Keines dieser Myotome ist nach HATSCHEK rückgebildet, während v. KUPFFER das erste vor dem Glossopharyngeus gelegene sich reduciren lässt[2]). v. KUPFFER (1895 B. p. 41) macht eingehendere Mittheilungen über die Entwickelung des dorsalen Anfanges des Seitenrumpfmuskels. Danach sprossen bei 3,5 mm langen Ammocoeten von dem vorderen Ende des metaotischen Myotoms eine mediale und laterale Muskelknospe hervor; die erstere bildet sich zu der tieferen, an der Seite der Chorda bis zum Anfang des Labyrinths ziehenden Fort-

1) BUJOR (1891 p. 28) führt die vordere Endigung an dem sog. Ethmoid an, das er aus mir unbekannt gebliebenen Gründen als „première cartilage labial" bezeichnet (p. 24, 81).

2) Die bezügliche Stelle v. KUPFFER's (1891 p. 49) lässt auch eine andere Deutung zu.

setzung des Seitenrumpfmuskels aus und sondert sich bald in drei Segmente, welche vorübergehend von den Primärganglien des Facialis, Glossopharyngeus und Vagus versorgt werden, die letztere entwickelt den oberflächlichen Seitenmuskel des Kopfes, der sich in ein dorsales über dem Auge bis zur äusseren Nasenöffnung und darüber hinausziehendes und ein ventrales unter dem Auge nicht ganz so weit nach vorn laufendes Band (M. lateralis capitis anterior superior und inferior) spaltet; die Segmentirung derselben erfolgt später als diejenige des tieferen Muskels. Diese beiden Bänder dürften m. E. den Anfängen der dorsalen und mittleren Theile HATSCHEK's entsprechen. Der ventrale, unter den Kiemenöffnungen gelegene Muskeltheil bildet sich nach BUJOR (1891 p. 28) erst später aus; bei *Ammocoetes* ist der der rechten und linken Seite noch von einander entfernt. v. KUPFFER (1895 A. p. 119f., sowie Fig. 5 und 6) findet seine Entstehung in überraschender Weise ganz selbstständig von derjenigen des dorsalen Muskelabschnittes in Gestalt von dünnen subepithelialen und von dem Epithel producirten Strängen, welche sich zusehends verbreitern; ihre Innervation erfolge von dem System der branchialen Nerven, von dem Ram. recurrens vagi[1]).

DOHRN (1887 p. 325, 1888 p. 275) hebt hervor, dass ein Verschieben der Körpermuskulatur nach vorn über den Kiemenabschnitt und bis auf den Vorderkopf stattgefunden habe.

Endlich rechnet HATSCHEK (1892 p. 149) auch den Musc. rectus externus des Auges zu dem Seitenrumpfmuskel-System, indem er ihn aus einem prootischen Myotom, welches sich hinten an den mittleren Theil des ersten metaotischen Myotomes ansetzt, hervorgehen lässt; dafür spreche auch sein histologisches Verhalten. v. KUPFFER (1894 p. 57) widerspricht dem mit der Angabe, dass ein primäres prootisches Myotom an der betreffenden Stelle sich nie befunden habe und dass ausserdem kein primäres prootisches Myotom sich erhalte; auch sei die behauptete histologische Uebereinstimmung des M. rectus externus mit metaotischen Myotomen im Anfange nicht vorhanden.

Meine Untersuchungen beschränkten sich auf einige *Ammocoetes branchialis* von 1—20 cm Länge (10, 12, 25, 80, 130 und 200 mm) sowie 2 ausgebildete Thiere von *Petromyzon Planeri* und 3 ausgewachsene *Petromyzon marinus*. Das embryologische Material konnte nur zum Theil für das Nervensystem verwerthet werden, da nicht alle Schnittserien tadelfrei waren; die Exemplare von *Petromyzon marinus* bildeten das Hauptmaterial für die Untersuchungen.

Ich finde bei *Petromyzon marinus* zwei spino-occipitale Nerven (Taf. VII Fig. 22), welche ich zunächst mit den indifferenten Buchstaben α und β bezeichne. Beide besitzen dorsale und ventrale Wurzeln resp. Nerven[2]) (α^d und α^v, β^d und β^v), die sämmtlich gesondert von der Medulla abgehen, und, erstere dorso-rostral von den letzteren, die zwischen Labyrinthknorpel und erstem Wirbelbogen sich ausbreitende Membran (häutiges Occipitale?) durchsetzen.

Die ventralen Nerven (Wurzeln) sind erheblich stärker als die dorsalen und der erste von ihnen (α^v) übertrifft bei *Petromyzon marinus* den zweiten (β^v) in der Regel mehr oder minder an Dicke; in 5 untersuchten Fällen schwankte das Stärkeverhältniss zwischen α^v und β^v von 4 : 1 bis 3 : 2; einmal waren beide annähernd

---

1) Wie schon erwähnt, weist v. KUPFFER in der zweiten Mittheilung darüber (1895 B. p. 62, 63) auf Beziehungen zu Spinalnerven hin.

2) Ueber diese Termini-„Wurzeln resp. Nerven" vergl. die obigen Mittheilungen (p. 582).

gleich stark. Bei *Ammocoetes* fand ich dagegen gleich AHLBORN und JULIN eine etwas geringere Entwickelung von α^v im Vergleiche zu β^v. Die genaue Untersuchung der Ursprünge und Abgänge der beiden ventralen Wurzeln bei *Petr. marinus* zeigt zugleich die Zusammensetzung derselben aus Wurzelbündeln; β ist einfach oder besteht nur aus 2 Bündeln, α aus 2 bis 3[1]); das stimmt am meisten mit v. KUPFFER's Angaben. Diese Wurzelbündel gehen in grösster Nachbarschaft zu einander von der Medulla ab, sind aber beim Durchtritte durch die kranio-vertebrale Membran noch durch feine Bindegewebsscheidewände getrennt. Diese relative Selbstständigkeit war es wohl, die einzelne Autoren, so z. B. WIEDERSHEIM, veranlasst hat, mehrere ventrale Wurzeln anzunehmen. Die Untersuchung eines Falles, wo α^v aus 3 ganz selbstständig durch die Membran tretenden und erst peripher sich vereinigenden Wurzelbündeln bestand, von denen das feinste vorderste am meisten und am längsten[2]) separirt war, während die beiden hinteren sich mehr und früher zusammenschlossen, legte mir zugleich den Gedanken sehr nahe, ob es sich hier nicht um 2 einander nahe gerückte spino-occipitale Nerven handele. Ich vermisse dafür aber noch die beweisenden Instanzen, während der gesonderte Durchtritt einzelner Wurzelbündel bei so tiefen Formen wie *Petromyzon* — auch bei den Myxinoiden und bei *Amphioxus* findet sich Aehnliches selbst in regelmässiger Anordnung — keine Schwierigkeiten bereitet. Ziemlich regelmässig geht zwischen Vagus und α^v ein kleines Gefäss durch die Membran (Fig. 22 Art.); die wiederholte mikroskopische Durchmusterung dieser Gegend ergab mir aber nichts, was auf reducirte Nerven an dieser Stelle schliessen liesse. Immerhin will ich angesichts der sehr bestimmten Angaben von BORN und namentlich HATSCHEK (vergl. auch dessen Abbildung von *Ammocoetes*) nicht von der Hand weisen, dass die Petromyzonten ursprünglich drei spino-occipitale Nerven hatten, welche *Ammocoetes* ontogenetisch noch recapituliren kann, in welchem Falle also anstatt α und β zu zählen wäre: α, β, γ. Die genauerere Untersuchung der Uebergänge von *Ammocoetes* zu *Petromyzon* wird diese Frage unschwer lösen lassen. Die meistens beträchtlichere Dicke der ersten Wurzel α gegenüber β unterscheidet die spino-occipitalen Nerven von *Petromyzon* (*marinus*) wesentlich von denen der amnionlosen Gnathostomen; nur die Amnioten zeigten mitunter Aehnliches (p. 502f., 527, 529f.). Man kann bei Erklärung dieses Verhaltens an ein primordiales Dickersein von α gegenüber β oder an eine Verschmelzung zweier erster spino-occipitaler Nerven oder an eine sekundäre Vergrösserung des ersten denken. Die erste Alternative wird durch den Vergleich mit *Ammocoetes*, wo der erste Nerv schwächer als der zweite ist, widerlegt; der zweiten fehlen nach den obigen Darlegungen zur Zeit die genügenden Grundlagen; die dritte erhält eine sehr wesentliche, wenn nicht ausschlaggebende Stütze durch das Verhalten des vordersten lateralen (latero-ventralen) Myomers des Seitenrumpfmuskels, welches bei *Petromyzon marinus* durch die höhere

1) Fig. 22 bildet einen Fall mit einem Bündel bei β^v und zweien bei α^v ab. Letztere sind am Ursprunge etwas zu wenig gesondert dargestellt.

2) Die Verbindung erfolgte erst weit jenseits des Durchtrittes im peripherischen Gebiete.

Ausbildung des facialen Myomers eine ungleich voluminösere Entwickelung, als sie *Ammocoetes branchialis* zeigt, sekundär gewonnen hat (s. unten p. 602).

Die dorsalen spino-occipitalen Nerven (Wurzeln) sind viele Male feiner als die ventralen, übrigens auch von verschiedener Dicke, indem bald der erste (α^d), bald der zweite (β^d) der stärkste ist, bald beide einander gleichkommen; einmal war der vordere, einmal der hintere so fein, dass er nur mit Beihülfe des Mikroskopes nachgewiesen werden konnte. Doch vermochte ich ihn stets zu konstatiren. Sie finden sich somit nicht nur bei *Ammocoetes*, wo sie bisher allein gesehen wurden, sondern auch bei dem erwachsenen *Petromyzon*.

Auf die spino-occipitalen Nerven folgen die spinalen Nerven als deren echte Homodyname. Wie diese bestehen sie aus ventralen und dorsalen Nerven (Wurzeln), von denen die letzteren den zugehörigen ersteren vorausgehen. Die beiden ersten ventralen spinalen Nerven sind stärker als die dorsalen (Fig. 22 γ^v, δ^v); von dem dritten ab werden sie aber von letzteren an Dicke eingeholt und selbst übertroffen. Kein ventraler spinaler Nerv erreicht die Dicke des ersten ventralen spino-occipitalen Nerven. Von den dorsalen spinalen Nerven ist der erste (γ^d) noch erheblich schwächer als der zugehörige ventrale, der zweite (δ^d) wenig schwächer als dieser, worauf an den folgenden sich das schon angegebene Grössenverhältniss zwischen ihnen und den zugehörigen ventralen herausstellt.

Dorsale und ventrale Wurzeln resp. Nerven verhalten sich hinsichtlich ihres Ursprunges bei den spino-occipitalen und spinalen Nerven vollkommen gleich; die ersteren entstammen den Vordersäulen, die letzteren theilweise den „Hinterzellen" (KUTSCHIN'schen Zellen), theilweise münden sie in den Bereich der Medulla ein. Wenn es auch noch nicht gelang, die Ursprünge der ersteren von Vorderhirnzellen, sowie die Endbäume und Kollateralen der letzteren nachzuweisen, so ist doch ihre Homologie mit den gleichnamigen Nerven der Gnathostomen nicht zu bezweifeln[1]. Dem entspricht auch der bei Allen gleiche Abgang vom ventralen und dorsalen Bereiche der Medulla.

Der Durchtritt der beiden spino-occipitalen Nerven durch die kranio-vertebrale Membran erfolgt bei *Petromyzon* (Fig. 22) in mässiger Entfernung von einander und gleichweit hinter dem Vagus, dessen Oeffnung im Niveau der ventralen Nerven, fast rein rostral vor denselben, also ventro-rostral vor den dorsalen Nerven sich befindet. Bei den jüngsten untersuchten Ammocoeten nähern sich die drei Nerven-

1) Wie schon in der literarischen Uebersicht (p. 584 Anm. 1) mitgetheilt worden, bilden die den „Hinterzellen" entspringenden Fasern bei den Petromyzonten ein ansehnliches Kontingent der dorsalen Nerven, die danach wohl nicht als rein sensible, sondern als gemischte Nerven anzusprechen sind. Immerhin ist es noch nicht erwiesen, dass diese Fasern centrifugale oder motorische sind; namentlich die grosse Uebereinstimmung der centralen Hinterzellen und der Spinalganglienzellen ist dabei zu bedenken. Der weitere Verlauf dieser auch als vasomotorisch oder sympathisch bezeichneten Fasern ist nicht bekannt; doch kann man vielleicht mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, dass sie z. Th. in die weiter unten zu erwähnenden Rami viscerales der Spinalnerven übergehen. Hinsichtlich des Verhaltens der entsprechenden Nervenzellen und Nervenfasern bei *Amphioxus* und den Gnathostomen (bei welchen letzteren sie mehr zurücktreten und z. Th. nur embryonale Existenz haben) verweise ich auf die citirte Anmerkung (p. 584). Sehr beachtenswerth erscheinen mir die Ausführungen von STUDNIČKA hinsichtlich phylogenetisch auf einander folgender Generationen von Ganglienzellen in der Reihe der Wirbelthiere (1895 B. p. 25).

durchtritte so, dass die sie trennenden Zwischenwände nur ganz schmal sind; hier liegt der Vagus durch wenig Bindegewebe geschieden ziemlich direkt rostral resp. rostro-dorsal vor ihnen und erst allmählich stellt sich mit dem Alter die etwas grössere Entfernung her. Von den spinalen Nerven treten der erste dorsale und ventrale durch den ersten breiten und doppeldornigen Wirbelbogen[1]), die folgenden dorsalen zwischen den Wirbeln, die ventralen durch die Wirbelbogen heraus[2]). Ihre Entfernungen von einander (d. h. der auf einander folgenden ventralen oder der auf einander folgenden dorsalen Nerven) sind etwa $2^1/_2$mal so gross als diejenige der beiden spino-occipitalen Nerven von einander oder von dem Vagus. Auch hier liegen die Durchtrittsstellen der dorsalen Nerven rostro-dorsal (aber mit sehr mässiger dorsaler Erhebung) vor denjenigen der ventralen Nerven und in naher Nachbarschaft zu ihnen; erst hinter dem Kiemenbereiche treten beide so aus einander, dass ein regelmässiges Alterniren der dorsalen und ventralen Nerven in gleichen Distanzen zur Beobachtung kommt. Die äusseren Austrittsstellen der beiderlei Nerven liegen im Niveau des Ram. lateralis vagi, der sie deckt.

Nach dem Austritte treten dorsale und ventrale Nerven (Wurzeln) nicht zusammen, sondern behalten, unbedeutende peripherische Anastomosen abgerechnet, durchweg ihre Selbstständigkeit. Da sie somit streng genommen nicht die Wurzeln eines Stammes, sondern von Anfang bis Ende selbstständige Nerven darstellen, wurden sie auch von mir nach dem Vorschlage vou Freud u. A. als dorsale und ventrale Nerven bezeichnet. Die dorsalen spino-occipitalen und spinalen Nerven (resp. Wurzeln) schwellen bald nach dem Austritte zu Dorsalganglien an, welche bei den spino-occipitalen und dem ersten spinalen Nerven von mässiger Grösse sind, bei den übrigen recht ansehnliche linsenförmige Gebilde darstellen, die sofort je einen dorsalen und ventralen Ast abgeben; dieselben verlaufen im Allgemeinen, die Richtung der Septen zwischen den je auf einander folgenden Myomeren beibehaltend, dorsal- und ventralwärts zur Haut, wobei die dorsalen sich oberflächlich über den Ram. lateralis vagi herumschlagen. Die ventralen spino-occipitalen und spinalen Nerven treten nur wenig tiefer (ventraler) als die dorsalen aus der kranio-vertebralen Membran und den Wirbelbogen heraus und theilen sich sofort nach dem Austritte in einen etwas kleineren dorsalen Ast, der sich gleichfalls über den R. lateralis vagi dorsalwärts wendet, und einen etwas grösseren ventralen Ast, der im spinalen Gebiete recht häufig durch zwei parallel neben einander laufende Aeste vertreten sein kann, welche ventralwärts ziehend sich innerhalb der zugehörigen Myomeren des Seitenrumpfmuskels vertheilen.

Bei den beiden ventralen spino-occipitalen Nerven resp. Wurzeln (α^v und β^v) verlaufen die dorsalen Aeste, nachdem sie sich um die Rami laterales

1) Die Verschmelzung desselben aus zwei Bogen erscheint mir recht zweifelhaft. Was ich sah, spricht mehr für eine sekundäre Verbreiterung und Umwachsung des ersten dorsalen Spinalnerven durch den ursprünglich hinter ihm gelegenen Wirbelbogen.

2) Bezüglich der Abweichungen in dem hinteren Kiemenbereiche und den postbranchialen Körperregionen verweise ich auf Schneider und Julin.

facialis et vagi[1]) herumgeschlagen haben, in den beiden ersten (praebranchialen)[2]) dorsalen Myomeren schräg nach oben und vorn bis zur Gegend der Nasenöffnung. Die stärkeren ventralen Aeste verbinden sich gleich nach dem Austritte zu einer Ansa spino-occipitalis, indem sich der zweite mit seiner Hauptmasse oder mit einem stärkeren Aste an den ersten anschmiegt und mit ihm zu einem einheitlichen Nervenstamm verschmilzt, der in transversaler Richtung ventralwärts geht, danach mit zahlreichen Verästelungen die beiden praebranchialen Myomeren in ihrem lateralen und ventralen Bereiche versorgt[3]) und zugleich als vorderen Seitenzweigkomplex einen ungemein komplizierten, ventro-rostral strebenden Plexus zu dem facialen[2]) Myomer sendet; der kleinere Nebenast des zweiten spino-occipitalen Nerven verzweigt sich in dem lateralen Bereiche des zweiten Myomers.

Von den ventralen spinalen Nerven resp. Wurzeln (γ^v, δ^v etc.) verlaufen die dorsalen Aeste ohne weitere Komplikationen in den dorsalen Bereichen der zugehörigen Myomeren. Die ventralen Aeste wenden sich entsprechend der Anordnung ihrer Myomeren ventro-caudalwärts und gehen im Kiemenbereiche zahlreiche feine Verbindungen mit dem Ram. branchio-intestinalis vagi ein, von denen noch zu sprechen sein wird. Die 3 bis 5 ersten von ihnen verlaufen selbstständig, ohne Anastomosen mit einander zu bilden, in den von ihnen versorgten Myomeren; von dem 4. oder 5. oder 6. ab erfolgt darin eine Aenderung, indem sie resp. Theile von ihnen, sich mit den 4 bis 5 nachfolgenden ventralen Aesten zu einem ziemlich komplizierten, in der Hauptsache motorischen Plexus (an dem die ventralen Aeste der dorsalen, sensibeln Nerven nur bescheidenen Antheil nehmen) verbinden.

Dieser Plexus verläuft an der Innenfläche des 7. bis 12. resp. 8. bis 12. branchialen[2]) Myomers ventro-caudalwärts bis hinter die letzte Kiemenöffnung und wendet sich von da im Bogen ventro-rostralwärts an die Innenfläche der 8 ventralen branchialen Myomeren, an denen er als geschlossener Nervenstamm fortwährend Seitenäste abgebend und damit dünner und dünner werdend, rostralwärts bis zum ersten branchialen Myomer verläuft, wo er endet. Dieser Nerv entspricht dem von v. KUPFFER bei *Ammocoetes* beschriebenen Ram. recurrens vagi[4]), ist aber in Wirklichkeit, bei

1) Der Ram. lateralis facialis entspricht dem Ram. recurrens facialis der Autoren (R. recurrens lateralis facialis HATSCHEK's). Ich kann die Bezeichnung „R. recurrens" nicht glücklich nennen, da sie ausdrückt, dass der Nerv ein von hinten nach vorn verlaufender sei, während er bekanntlich von vorn nach hinten (retrocurrens) zieht. Mit der, bereits durch HATSCHEK angebahnten Bezeichnung R. lateralis recurrens facialis dürfte seine Natur am besten ausgedrückt sein; doch würde ich vorziehen, an Stelle des „recurrens" die Bezeichnung „retrocurrens" zu setzen.

2) Hinsichtlich der Myomeren-Bezeichnungen „praebranchial", „branchial", „facial" verweise ich auf die spätere Beschreibung des Seitenrumpfmuskels (p. 600 f.).

3) Auch meine ich ein mässiges Uebergreifen in den Anfangsbereich des ersten branchialen Myomers (3. Myomer) einmal beobachtet zu haben.

4) Bei *Ammocoetes* scheint derselbe auch nur aus spinalen Fasern zu bestehen und dem Ram. branchio-intestinalis vagi nur angeschlossen zu sein, nicht aber demselben zu entstammen. VON KUPFFER hebt selbst die von den Vagusfasern abweichende, aber mit den Spinalnervenfasern übereinstimmende Beschaffenheit der Nervenelemente hervor und denkt hierbei an die dem R. branchio-intestinalis von Seiten der Spinalnerven abgegebenen Anastomosen. Es liegen hier ziemlich grosse Schwierigkeiten für die Untersuchung vor und bekanntlich setzen gerade nervöse Plexusbildungen der Kombination von Serienschnitten besondere Widerstände entgegen. Ohne die BRAUS-DRÜNER'sche

Petromyzon marinus (und wohl auch bei *Ammocoetes*), da er keine Vagusfasern enthält, ein Ram. recurrens spinalis. Im Vergleiche mit der bei den Gnathostomen gebrauchten Nomenklatur bezeichne ich den Plexus und den ventralen Nervenstamm als Plexus cervicalis und Ramus cervicalis.

Zu dem N. vagus besitzen die spino-occipitalen und spinalen Nerven ebensowenig wie bei den Gnathostomen intimere Beziehungen, welche daran denken lassen könnten, beide Nervenkategorien zu vereinigen. Der N. vagus entspringt mit dem vor ihm liegenden N. glossopharyngeus in der Weise, wie dies insbesondere AHLBORN und VON KUPFFER angeben, mit einer Anzahl dorso-lateral aus der Medulla oblongata austretender Wurzelbündel, die sich somit dorso-rostral vor denen des ersten N. spino-occipitalis befinden und, wie bereits erwähnt, auch vor demselben durch die kranio-vertebrale Membran austreten. Irgendwelche Anastomosen während des intrakraniellen resp. intravertebralen Verlaufes fand ich nicht. Nach dem Austritte bilden Glossopharyngeus und Vagus die beiden, von den genannten Autoren näher beschriebenen Ganglien, Vom Ganglion glossopharyngei entsteht der Stamm des Glossopharyngeus[1]), der nach der ersten offenen Kiemenspalte strebt, ihre Wände mit einem sensibeln praetrematischen und einem gemischten posttrematischen Aste versorgend. Dem grösseren Vagusganglion entstammt der in der Tiefe der Seitenrumpfmuskeln nach hinten verlaufende sensible Ram. lateralis vagi, der bald nach seinem Ursprung den kräftigen Ram. lateralis retrocurrens facialis aufnimmt und mit ihm zum Ram. lateralis facialis + vagi verschmilzt, sowie der kräftigere, zahlreiche Ganglien enthaltende und aus sensibeln und motorischen Fasern bestehende Ram. branchiointestinalis vagi, der mit 6 Rami branchiales die Umgebung der 2. bis 7. Kiemenöffnung mit sensibeln praetrematischen und gemischten posttrematischen Zweigen versorgt und dann als ziemlich schwacher R. intestinalis (von der Dicke eines Branchialnerven) nach hinten zu Oesophagus, Magen und Herz verläuft, wohin ich ihn indessen nicht weiter verfolgte. Die von den Nn. glossopharyngeus und vagus versorgte Muskulatur gehört wie bei den Gnathostomen dem Constrictoren-System der Kiemen zu. Der ventrale Ursprung dieser motorischen, den sensibeln Hauptmassen gewiss eng angeschmiegten Fasern ist bisher noch unbekannt geblieben. Ich sah in der Medulla oblongata im Ursprungsbereiche des Vagus querverlaufende Fasern, die aus der Richtung von grösseren Ganglienzellen zu kommen schienen, welche sich ventral von den sensibeln Vagusganglien befanden; den Nachweis einer Verbindung der Fasern mit diesen Zellen konnte ich aber nicht führen. Somit ist der Ursprung dieser motorischen Vagusfasern noch Postulat und Desiderat. Etwas an einen N. accessorius Willisii Erinnerndes vermisste ich durchaus.

---

binoculäre Lupe, die unvergleichlich mehr als alle bisherigen Lupen leistet, wäre es wohl auch mir selbst bei einem so grossen Thiere wie *Petromyzon marinus* nicht vollständig gelungen, über das Detail der Zusammensetzung des Plexus (Ramus) cervicalis zur Klarheit zu kommen.

1) Von den für die bezüglichen Verhältnisse nicht direkt in Frage kommenden Seitenästen und feineren Verzweigungen der Nn. glossopharyngeus und vagus sehe ich hier ganz ab.

Bezüglich der angegebenen peripherischen Anastomosen der spino-occipitalen und spinalen Nerven mit den Nn. glossopharyngeus und vagus ergaben meine Untersuchungen folgendes.

Die insbesondere von Ahlborn angegebene und abgebildete Anastomose mit dem Glossopharyngeus, durch welche Fasern dieser Nerven dem Hypoglossus beigemengt werden sollen, existirt bei den von mir untersuchten Exemplaren von Petromyzon marinus nicht. Stets fand ich, dass der Glossopharyngeus dicht an dem ersten spino-occipitalen Nerven vorbeigeht, auch durch Bindegewebe mit ihm verbunden ist; aber immer gelang es leicht, beide Nerven sauber zu trennen.

Verbände von Seitenzweigen der Rami dorsales der Spinalnerven mit dem Ram. lateralis vagi wurden hie und da gefunden; aber auch hier war die Trennung beider Kategorien ohne besondere Schwierigkeit durchzuführen. Von intimeren Anastomosen konnte man nicht sprechen. Ich stehe somit in dieser Hinsicht Dohrn näher als Julin. Uebrigens ist namentlich aus den bedeutungsvollen Untersuchungen Maurer's (1892 und 1895) bekannt, dass in diesem Gebiete überhaupt genau zwischen der sensorischen Endigung der Rr. laterales und der sensibeln der Rr. spinales zu scheiden ist.

Weit intimer fand ich die Anastomosen der ventralen Aeste der Nn. spinales mit dem Ram. branchio-intestinalis vagi, und zwar sind es, vom ersten Spinalnerven beginnend, sowohl von den ventralen (motorischen) als dorsalen (sensibeln) Nerven (Wurzeln) abgehende Zweige, die sich mit dem Vagus verbinden, von ihm zum kleineren Theile wieder abgehen, zum grösseren aber bis auf die Rr. branchiales verfolgt werden können. Diese anastomosischen Aeste nehmen nach hinten an Stärke zu; die von den 4. und 5. Spinalnerven ausgehenden verbanden sich einmal zu einem ganz ansehnlichen Stamme, der sich dem Branchio-intestinalis einwebte. Der Letztere bekommt damit motorische und sensible, grobe und feine Fasern, deren weitere Verfolgung mit grossen Schwierigkeiten der Untersuchung verbunden ist und von mir auch nicht so weit studirt wurde, dass ich mit Sicherheit über den ferneren Verlauf und Verbleib dieser Fasern Auskunft geben könnte. Dass insbesondere die feineren Fasern motorische und sensible Rr. viscerales, somit in gewissem Sinne Anfänge des Sympathicus repräsentiren, ist auch meine Ansicht. Ausser ihnen kommen aber noch motorische und sensible Fasern in Betracht, welche nicht dahin gerechnet werden können, sondern nach ihrem histologischen Verhalten als somato-motorische und cutane Nerven anzusprechen sind; die ersteren scheinen durchweg von dem Vagus wieder abzugehen und sich schliesslich dem Plexus cervicalis einzuweben. Auch fand ich feine von jedem Branchialnerven des Vagus abgehende Zweige, welche durch je eine besondere Oeffnung direkt vor den knorpeligen Kiemenbogen aus der Tiefe traten[1]) und theils an der Innenfläche der branchialen ventralen Myomeren des

1) Dieser tiefe Verlauf der Branchialnerven, die sonach von dem Kiemenskelett nicht nur bedeckt sind, sondern in grosser Tiefe unter ihm liegen, spricht durchaus gegen die von Dohrn (1884 p. 56, 1887 p. 327 f.) gemachte Angabe, wonach das Kiemenskelett der Petromyzonten identisch mit dem inneren Kiemenskelett der Selachier sei.

Seitenrumpfmuskels sich verzweigten, theils dieselben durchbohrend zur Haut gelangten. Wahrscheinlich sind die im Seitenrumpfmuskel sich verzweigenden Nerven nicht für die Muskelfasern, sondern für das intermuskuläre Bindegewebe bestimmt. Ob diese Fasern dem Vagus selbst oder den mit dem Vagus anastomosirenden Spinalnerven entstammen, konnte ich bei der Schwierigkeit der bezüglichen Untersuchung und bei meinem nicht sehr gut erhaltenen Material nicht sicher entscheiden, doch neige ich nach einigen Beobachtungen dazu, jedenfalls die zur Haut gehenden dem Vagus zuzurechnen.

Die für die motorischen Zweige der spino-occipitalen und spinalen Nerven allein in Betracht kommende Seitenrumpfmuskulatur bildet einen auf beiden Seiten des Körpers vom Schwanze bis zum Kopfe erstreckten Komplex von Myomeren, welche nach vorn concave Bogen bilden, derart, dass die dorsalen und ventralen Bezirke derselben weiter nach vorn gerückt sind als die mittleren, lateralen. Letztere bieten in dieser Hinsicht primitivere Lagerverhältnisse dar, als die ersteren; auch der Verlauf der sie innervirenden Nerven documentirt dies[1]). Man kann somit in gewissem Sinne HATSCHEK zustimmen, der den mittleren (lateralen) Theil als den ursprünglicheren, den dorsalen und ventralen als hinzugewachsenen auffasst. Im Bereiche der 7 Kiemenöffnungen und darüber hinaus weicht diese Muskulatur auseinander, so dass hier eine dorsale über der Kiemenfurche und eine ventrale unter derselben liegende Abtheilung zu unterscheiden ist; erstere, die breitere und kräftigere, besteht in der Hauptsache aus dem dorsalen und lateralen, letztere im wesentlichen aus dem ventralen Theile[2]).

Man kann zugleich die im Bereich der 7 Kiemenöffnungen liegenden Myomeren als branchiale, die hinter der letzten gelegenen als postbranchiale, die vor der ersten befindlichen als praebranchiale bezeichnen. SCHNEIDER, JULIN und HATSCHEK haben bereits nachgewiesen, dass im branchialen Bereiche ein Missverhältniss in der Zahl der dorso-lateralen und der ventralen Myomeren besteht. Bei *Ammocoetes branchialis* zählen alle drei Autoren bis zum hinteren Ende der Kiemenfurche 13—14 dorso-laterale und 10—11 ventrale Myomeren[3]) und bei *Petromyzon marinus* bildet der Erstere 15 dorsale und 12—13 ventrale Myotome ab. Ich finde bei Ammocoeten von 1—20 cm Länge die gleichen Gesammtzahlen wie die genannten Autoren und hinsichtlich der einzelnen Abtheilungen die meiste Uebereinstimmung mit JULIN; doch zeigten die jüngsten Thiere, dass die erste Kiemenspalte nicht immer genau

---

1) Auch die Lage der dorsalen Abschnitte der Myomeren zu dem Ram. lateralis vagi, den sie decken, demonstrirt die dorsalwärts vorschreitende Ausdehnung und Wanderung derselben.

2) Auf die Frage, ob und in wie weit derselbe auch laterale Elemente in sich enthalte, ist hier nicht einzugehen.

3) JULIN findet dieselben derart, dass er 2 ventrale und 2 dorsale praebranchiale, 10—11 dorsale und 7—8 ventrale branchiale und 1 dorsales und 1 ventrales getrenntes postbranchiales Myomer zählt; danach treten dieselben zu dem einheitlichen Seitenrumpfmuskel zusammen. Auf der Abbildung bei HATSCHEK existiren auch hinter der letzten Kiemenspalte noch $2^1/_2$ getrennte Myomeren, während die Zahl der ventralen branchialen Myomeren nur 6 beträgt.

dem Septum zwischen dem 2. und 3. Myomer entsprach, sondern auch mitunter im Bereiche des 2. Myomers sich fand. Interessant ist die weit gehende postbranchiale Spaltung auf der Hatschek'schen Abbildung; leider fehlt die Angabe, ob es sich hier um ein jüngeres oder älteres Exemplar von *Ammocoetes* handelt. Bei *Petromyzon marinus* finde ich bei 4 Exemplaren auf beiden Seiten 14—15½ dorso-laterale und (excl. das faciale Myomer) 10—12 ventrale Myomeren, wobei die Zahl der praebranchialen dorsal und ventral constant 2, die der branchialen dorsal 12—13 und ventral 8—10, die der getrennten postbranchialen in allen möglichen Uebergängen von Myomeren-Bruchtheilen 0—1 beträgt; intimere Verschiebungen geringeren Grades wurden dabei auch konstatirt[1]).

Speciellere Erwähnung verdient das Verhalten der beiden ersten, der praebranchialen Myomeren, deren versorgende Nerven die spino-occipitalen sind. Das zweite (hintere praebranchiale) Myomer verhält sich in der Hauptsache wie die branchialen, doch findet sich bei *Ammocoetes* im dorso-lateralen Bereiche die von Hatschek angegebene Trennung in den dorsalen und lateralen Theil durch den vom Auge nach hinten gehenden dorso-lateralen Spalt bald mehr, bald minder ausgeprägt; bei *Petromyzon* dagegen beobachtete ich in der Regel vollkommenen oder nahezu vollkommenen Zusammenhang. Das erste (vordere praebranchiale) Myomer zeigt bei *Ammocoetes* eine scharfe Trennung in einen dorsalen und lateralen Zug[2]), welche zwischen sich das Auge fassen, wobei der laterale den ventralen Abschnitt des Auges überzieht und mit der membranösen Orbita innig verbunden ist; der dorsale Zug gelangt bei jüngeren Exemplaren bis hinter die Nasenöffnung, bei mittelalten und alten bis zum Niveau derselben oder etwas vor dasselbe, der laterale, der etwa die doppelte Länge eines postbranchialen Myomers besitzt, ziemlich weit vor das Auge. Die Fasern des ventralen Theiles dagegen, der von dem lateralen minder scharf getrennt ist, sind kürzer als diejenigen der postbranchialen Rumpfmyomeren, weshalb seine vordere Grenze gegen die des dorsalen und lateralen Theiles weit nach hinten

---

1) Die Abzählung der Myomeren unterliegt keinen Schwierigkeiten, wohl aber die Abgrenzung mit Rücksicht auf ihre Innervation, da die einzelnen Myomeren sich an den verschiedenen Stellen des Körpers in sehr wechselnder Ausdehnung decken. Diese Ueberlagerung vorderer (mehr rostraler) Myomeren auf die hinteren (mehr caudalen) nimmt bekanntlich während der Entwickelung graduell zu. Aus einer Reihe von Messungen wähle ich als Beispiel einen *Ammocoetes* von 2½ cm Länge und einen ausgewachsenen *Petromyzon marinus*. Bei *Ammocoetes* finde ich in der Branchialregion, dass jedes rostrale Myomer deckt: am Ende des dorsalen $^1/_6$ 3—4 folgende Myomeren, am Ende des dorsalen $^1/_4$ und $^1/_3$ 2 Myomeren, am Ende des dritten $^1/_7$ (von der Dorsalkante her gezählt) 1 Myomer, dass aber nur im Bereiche des vierten $^1/_7$ und im ventralen Theile die Myomeren auf einander folgen und durch ihre ganze Dicke transversal durchsetzende Septen getrennt werden. Bei *Petromyzon* finde ich im Kiemenbereiche eine Deckung durch 6 vordere Myomeren am Ende des dorsalen $^1/_5$ des dorsolateralen Theiles, von 1½—2 M. am Ende des zweiten $^1/_3$ desselben, von ½ M. am Ende des dritten $^1/_4$, transversal die Dicke durchsetzende Septen am Ende des fünften $^1/_6$ und eine Umkehrung der Deckungsrichtung, derart, dass die hinteren Myomeren zu $^1/_3$ M. die vorderen decken, am ventralen Rande des lateralen Theiles; im ventralen Theile überwiegt wie bei *Ammocoetes* die transversale Anordnung der Septen. Im Rumpfbereiche (und zwar am Anfange des zweiten Drittels der Körperlänge) finde ich am Ende des dorsalen $^1/_{10}$ eine Deckung durch 5, am Ende des dorsalen $^1/_4$ eine solche durch 3½, in der Mitte der dorso-ventralen Höhe eine solche durch 2½ und am Ende des dritten $^1/_4$ (von der Dorsalkante aus gezählt) eine solche durch 1½ vordere Myomeren.

2) von Kupffer's M. lateralis capitis anterior superior und inferior.

zurücktritt[1]). Bei *Petromyzon marinus* ist die Scheidung des ersten dorsalen und lateralen Myotoms nicht so scharf ausgesprochen wie bei *Ammocoetes*, doch ist sie unverkennbar vorhanden; auch im Bereiche des Auges, das beide gänzlich frei zu Tage lassen, sind dieselben weiter von einander getrennt. Das *dorsale* (erste) Myomer erstreckt sich beträchtlich vor die Nasenöffnung und inserirt mit kräftiger Sehne an der Oberfläche des breiten Ethmoides; von dem der Gegenseite ist es durch einen breiten dreieckigen Spalt getrennt, in dem die Nasenöffnung sich befindet[2]); in seinem ventralen Bereiche giebt es zwei Aberrationen an die dorso-caudale und caudale Circumferenz der häutigen Orbita, von denen die untere breit aus der Tiefe kommende und zu einer kräftigen Sehne convergirende die grössere Selbstständigkeit besitzt (Musculi retractores orbitae superiores). Sehr beträchtliche Abweichungen von dem Verhalten bei *Ammocoetes* bietet das *laterale* (erste) Myomer dar. Dasselbe hat sich in eine kleinere hintere und eine weit grössere vordere Abtheilung gegliedert, welche letztere ventro-rostralwärts sich ausgedehnt hat, mit dem ventralen ersten Myomer in intimen Connex getreten ist und sich nun gewissermassen als dessen vordere (rostrale) Fortsetzung darstellt; nichts desto weniger lehrt die vergleichende Untersuchung heranwachsender Ammocoeten mit dem ausgewachsenen *Petromyzon*, dass nicht ein ventrales, sondern ein ursprünglich laterales Gebilde vorliegt[3]), das ich aber seiner Physiognomie und Lage wegen als faciales Myomer hervorhebe. Die kleinere hintere Abtheilung des lateralen Myomers bildet einen mässig breiten Faserzug, der ventral von dem Mm. retractores orbitae superiores nach dem ventralen Orbitalrand zieht und sich mit seinem dorsalen Drittel an dessen hintere Circumferenz anheftet (M. retractus orbitae inferior), während seine ventrale Hauptmasse sich mit dem vorderen Theile des ersten ventralen Myomers, mit dem Ende des facialen Myomers und mit dem beide verbindenden Septum vereinigt. Die grössere vordere Abtheilung des lateralen Myomers, das *faciale* Myomer, stellt eine kräftige nach vorn convergirende dreieckige Muskelausbreitung dar, welche etwa in der Länge von 4—5 Rumpfmyomeren sich rostralwärts erstreckt und noch weiter nach vorn reicht als das erste dorsale Myomer, um mit kräftigem Sehnenzipfel ventral von der schlanken Sehne des M. annulo-glossus und eingegraben in die Muskelmassen des M. annularis an der seitlichen Cirkumferenz des Cartilago annularis sich zu inseriren. Dieses faciale Myomer zeigt eine sekundäre Sonderung in zahlreiche schmälere Myomeren, deren Schneider 10 angiebt, während ich bei drei darauf näher untersuchten *Petromyzon marinus* 13, 15 und 18 zählte. Das erste *ventrale* Myomer ist dem zweiten ventralen Myomer entsprechend angeordnet und endet mit breitem vorderen Septum, das dorsal mit der hinteren Abtheilung des ersten lateralen Myomers und rostral in beträchtlicher Breite mit dem caudalen Rande des facialen Myomers verbunden ist; seine

1) Zur Illustrirung dieser Verhältnisse verweise ich auf die gute Abbildung von Hatschek (1892 p. 148 Fig. 9).

2) Das vordere Auseinanderweichen des rechten und linken dorsalen Seitenrumpfmuskels beginnt übrigens schon mit dem 7. Myoseptum, so dass die 7 ersten Myomeren den erwähnten Spalt zwischen sich fassen.

3) Ich stimme somit Schneider (1879 p. 72) in der Ableitung des facialen Myomers aus dem lateralen Rumpfmuskel ganz bei.

oberflächlichen Muskel- und Sehnenfasern legen sich zugleich ein wenig über den hinteren Theil des Letzteren über.

Wie oben (p. 592f.) mitgetheilt worden, findet von Kupffer (1895 B. p. 40f.), dass im Kopfbereiche sehr junger Ammocoeten von dem ersten metaotischen Myomer aus zwei Myomerenreihen rostralwärts vorwuchern, eine mediale, zwischen der Chorda und dem Labyrinthe sowie den Hauptganglien des Glossopharyngeus und Acustico-Facialis gelegene, welche die eigentliche Fortsetzung der Stammreihe der Myotome des Seitenrumpfmuskels bildet, und eine laterale, zwischen Labyrinth sowie den genannten Ganglien und der Haut sich erstreckende, welche sich in die beiden Faserzüge der Mm. laterales anteriores superior und inferior sondert. Die mediale aus 3 Myomeren bestehende Reihe ist zugleich (bei 3½—5 mm langen Ammocoeten) mit 3 Nerven verbunden, welche den Ganglien der Nn. facialis, glossopharyngeus und vagus entstammen und zu Ganglien anschwellen, die den dorsalen Kanten dieser Myomeren aufliegen und dieselben nach Art der dorsalen Primärganglien innerviren; eine Versorgung durch ventrale Spinalnerven sei um diese Zeit nicht zu finden (1895 B. p. 48ff.). Ich recapitulire hier einfach diese durch von Kupffer's Autorität gestützten Angaben, kann ihnen aber auf Grund der eigenen Untersuchung nichts hinzufügen, da meine jüngsten Ammocoeten (bereits von 10 mm Länge) schon zu alt waren, um etwas von diesen Myomeren und ihren primordialen dorsalen Nerven zu zeigen; bei denselben wie bei den noch älteren Stadien fanden sich an der betreffenden Stelle querverlaufende, mit den Constrictoren in Verband stehende und ihnen histologisch gleichende Muskelfasern, die wahrscheinlich nach Schwund der von v. Kupffer gefundenen medialen Myotomenreiche deren Plätze eingenommen haben [1]). Die laterale Reihe von Kupffer's bleibt bestehen und repräsentirt, wie schon aus der vorhergehenden Darstellung ersichtlich, den dorsalen und lateralen Theil der ersten Myomeren [2]).

In Zusammenfassung des beschriebenen Verhaltens gilt somit für die vordere Seitenrumpfmuskulatur und ihre Nerven:

	Reihe der Myomeren.	Innervation durch:
Praebranchiale Myomeren nebst facialem Myomer.	1. 2.	Nn. spino-occipitales 1. 2 (α. β).
Dorsale und laterale branchiale Myomeren.	3—13 resp. 14 resp. 15.	Nn. spinales 1—11 resp. 12 resp. 13 (γ—ν resp. ξ resp. o).
Ventrale branchiale Myomeren.	3—10 resp. 11 resp. 12.	Ram. cervicalis.

1) Auch erwachsene Petromyzonten zeigen diese quer verlaufenden Muskelzüge theilweise noch erhalten. Der vorderste Zug entspringt unter dem ersten dorsalen Myomer im medialen Bereiche des Schädels und geht als leicht zu übersehender und aus einigen feinen Muskelbündeln locker zusammengesetzter Komplex nach der dorsalen Cirkumferenz der membranösen Orbita, wobei er auf seinem Verlaufe den Ram. ophthalmicus trigemini überbrückt.

2) Die beiden ersten Myomeren des lateralen Theiles (M. lateralis capitis anterior inferior) sind ziemlich dünn und oberflächlich gelegen, das dritte Myomer dagegen hebt sich durch beträchtlichere Dicke von ihnen ab und springt zugleich mit seinem vorderen Theile medio-rostral in der Richtung nach dem Vagusganglion vor. Vielleicht entspricht diese Stelle dem hinteren Ende der embryonalen medialen Myomerenreihe von Kupffer's.

Ausserordentlich merkwürdig ist der Fund von Kupffer's von der epidermogenen Entstehung des ventralen branchialen Myomerenzuges (1895 A. p. 119f.). Angesichts der bestimmten Angaben eines so hervorragenden Forschers, der das Ueberraschende dieses Befundes selbst genügsam hervorhebt, ist an der Richtigkeit der Beobachtung nicht zu zweifeln. Ebenso unzweifelhaft gehört dieser ventrale Zug nach seinen topographischen Beziehungen, nach dem histologischen Bau seiner Muskelfasern und namentlich nach der Art seiner Innervation zu der übrigen, auf andere Weise entstandenen Seitenrumpfmuskulatur und ist phylogenetisch von derselben abzuleiten. Es liegt damit hier wieder ein sehr prägnanter Fall von Cänogenie vor, der auf's Neue warnt, aus ontogenetischen Befunden nicht ohne Weiteres phylogenetische Schlüsse zu ziehen.

Die Vergleichung der bei den Petromyzonten ermittelten Verhältnisse der spino-occipitalen und spinalen Nerven und der Seitenrumpfmuskeln mit denen der Selachier und anderen Gnathostomen zeigt auf den ersten Blick die primitivere Anordnung bei den Petromyzonten. Desgleichen ist ohne Weiteres ersichtlich, dass die beiden spino-occipitalen Nerven α und β dem Hypoglossus der Amnioten nicht verglichen werden können. Der Hypoglossus derselben geht aus einem Komplexe occipito-spinaler, d. h. erst sekundär dem Schädel einverleibter spinaler Nerven hervor, welcher in bogenförmigem, die Kiemenregion hinten umkreisendem Verlaufe zu seinem Endgebiete (hypobranchiale spinale Muskulatur) gelangt. Diese Bedingungen erfüllen α und β der Petromyzonten in keiner Weise; auch ist angesichts des primordialen Verhaltens des *Petromyzon*-Schädels und der sonstigen hier in Betracht kommenden Beziehungen im Ernste nicht anzunehmen, dass vor ihnen einstmals eine grössere Reihe von später völlig zurückgebliebenen Occipitalnerven (z, y, x, w, v, etc.) bestanden hätte. Spuren von solchen würde auch wohl die gerade bei *Petromyzon* recht genau durchgeführte ontogenetische Untersuchung aufweisen; aber nichts davon ist zu bemerken. Für den Vergleich mit dem Hypoglossus ist viel eher an die den Plexus cervicalis von *Petromyzon* zusammensetzenden Spinalnerven (4. resp. 5. resp. 6. bis 9. Spinalnerven, ζ resp. η resp. ϑ bis λ) zu denken, welche nach Art eines Hypoglossus einen die Kiemenregion hinten umkreisenden Bogen bilden und die ventralen branchialen Myomeren (in der allgemeineren Bedeutung des Wortes Homologa der Mm. coraco-branchiales) versorgen.

Doch würde es von wenig Einsicht und Umsicht zeugen, wenn man den Plexus cervicalis so tief stehender Thiere wie die Petromyzonten ohne Weiteres mit dem Hypoglossus der höchsten Wirbelthiere homologisiren wollte, dies insbesondere, nachdem die Untersuchungen im vorhergehenden, die Verhältnisse bei den Gnathostomen behandelnden Abschnitte zur Genüge gezeigt haben, welchem metamerischen Wechsel gerade die Versorgung der Endorgane ausgesetzt ist. Selbstverständlich kommen für die Vergleichung mit den Petromyzonten in erster Linie die nächst höheren Vertebraten, die Selachier, in Frage, und unter diesen wiederum die tiefer

stehenden Formen, — denn *Petromyzon* ist auf Grund seiner Kiemenanzahl zu den heptanchen Selachiern in Parallele zu stellen. Der erste von den Nerven, welche in den Plexus cervicalis s. str. (nach Ausschluss der epibranchialen Zweige) eingehen und die Mm. coraco-branchiales s. str. (also die hypobranchiale Muskulatur nach Abzug der Mm. coraco-mandibularis und coraco-hyoideus) versorgen, ist bei den Notidaniden *z*; der von ihm innervirte M. coraco-branchialis 1 inserirt an dem ersten, zum N. glossopharyngeus gehörigen Kiemenbogen. Diesem Muskel entsprechend liegt bei *Petromyzon* das 1. branchiale ventrale Myomer, das hier ebenfalls mit seinem vorderen Ende an dem Kiemenbogen sich anheftet, in dessen Bereiche der N. glossopharyngeus verläuft; dieses Myomer wird von ζ resp. η resp. ϑ versorgt. Es gilt somit hinsichtlich der metamerischen Vergleichbarkeit der Petromyzonten und Selachier für den mittleren Fall, wo der Plexus cervicalis mit η beginnt:

Petromyzonten: α. β. γ. δ. ε. ζ. η. ϑ. ι. $\varkappa$. λ . . . .
Selachier[1]: (*t*) (*u*) *v*. *w*. *x*. *y*. *z*. 1. 2. 3. 4 . . . .

d. h. dem ersten bekannten occipitalen Nerven der Notidaniden (*v*) entspricht der erste freie Spinalnerv der Petromyzonten (γ) und die bei den Selachiern mit Wahrscheinlichkeit erschlossene phylogenetische Existenz vor ϑ liegender Nerven (*u. t.* etc., cf. p. 440) wird durch die Nerven α und β, welche bei den Petromyzonten wirklich existiren, in anschaulicher Weise illustrirt[2].

Den Fall, wo die Petromyzonten gerade zwei Nerven (*t*, *u* = α, β) mehr als die Notidaniden besitzen, möchte ich indessen nach meinen wenigen hierauf bezüglichen Untersuchungen an *Petromyzon marinus* nicht als Regel bezeichnen. Hierbei ist mit individuellen Variirungen[3], welche auch ein Plus von nur einem oder von drei Nerven ergeben, mit der metamerischen Veränderlichkeit des Plexus cervicalis und mit eventuellen Auslösungen einer (oder zweier?) Wurzel desselben zu rechnen, und eine sichere Entscheidung wird erst möglich sein, wenn zahlreichere und gründlichere Untersuchungen dieser Verhältnisse bei vielen Individuen eine breitere Basis abgeben. Andererseits aber hiesse es die Vorsicht bis zur Aengstlichkeit treiben, wenn man sich zur Zeit jeder Vergleichung enthalten wollte. Wie aus den im ersten Abschnitte angegebenen Zahlen (p. 386, 387, 404) hervorgeht, besitzen die meisten Haie vor dem Schultergürtel, also im Kiemenbereiche, 8—17 laterale und 5—9 ventrale Myomeren[4], somit Verhältnisse, welche von denen bei *Petromyzon* mit 12—13

1) Die bei den Selachiern bisher noch nicht in Wirklichkeit bekannten Nerven *t* und *u* wurden, behufs des Vergleiches mit den Nerven der Petromyzonten, in Parenthese beigefügt.

2) Für den Fall, dass die ursprüngliche Zahl der spino-occipitalen Nerven der Petromyzonten 3 gewesen wäre (was nach den p. 582 mitgetheilten Angaben von BORN und HATSCHEK möglich erscheint), so würde der erste Nerv derselben nach dem oben angewandten Princip der Vergleichung als *s* zu deuten sein. Doch bedarf es zur besseren Fundirung noch weiterer Untersuchungen.

3) Bezüglich dieser Variirungen verweise ich auf die vorhergehende Anmerkung. Zugleich ist bei einem Beginn des Plexus cervicalis mit ζ der erste spino-occipitale Nerv von *Petromyzon* mit *u*, bei einem Beginn des Plexus mit ϑ der erste spino-occipitale Nerv mit *s* zu vergleichen.

4) Die noch weitergehenden, durch *Cestracion* und *Prionodon* vertretenen Extreme (p. 386 f., p. 404) kommen als ganz sekundär ausgebildete nicht zur Vergleichung.

dorso-lateralen und 8—10 ventralen branchialen Myomeren nicht wesentlich abweichen; und gerade die Notidaniden mit 15—17 lateralen und 8—9 ventralen Myomeren kommen *Petromyzon* ziemlich nahe[1]). Es besteht danach bei den Notidaniden und Petromyzonten keine so erhebliche Abweichung in dem metamerischen Verhalten der Rumpfmuskel-Myomeren und ihren segmentalen Beziehungen zu den Kiemen, um der Annahme ungewöhnlicher und weit jenseits der durch die Selachier gegebenen Grenze liegender Verhältnisse bei den Petromyzonten irgend welchen Untergrund zu bieten. Wer das wirklich Vorliegende natürlich und ungezwungen betrachtet, kann auf Grund der bezüglichen Materialien mit gutem Gewissen behaupten, dass die Petromyzonten einige vordere Nerven, mögen das nun zwei oder drei oder auch nur einer[2]) sein, mehr haben als die tiefsten bekannten Selachier[3]) und dass bei ihnen das, was bei den Selachiern schon längst Occipitalnerv geworden ist, noch im Zustande freier Spinalnerven sich befindet.

Auch noch in anderer Hinsicht zeigen die Petromyzonten ein erheblich primitiveres Verhalten als die Selachier: Alle spino-occipitalen und spinalen Nerven besitzen bei ihnen auch im fertigen Zustande (*Petromyzon*-Stadium) dorsale Wurzeln, während dieselben an den vorderen occipitalen Nerven der ausgebildeten Selachier gänzlich rückgebildet sind; ferner liegt ihr erster spino-occipitaler Nerv hinter (caudal von) dem Vagus, während die ersten occipitalen Nerven der Notidaniden, infolge der im ersten Abschnitte ausführlich behandelten Vorwanderung, ventral und selbst ventro-rostral von dem Vagus von der Medulla abgehen oder durch das Kranium hindurchtreten; endlich zeigen die beiden ersten spino-occipitalen Nerven der Petromyzonten eine recht ansehnliche Ausbildung[4]), während bei den Selachiern die vordersten Occipitalnerven die am meisten vorgeschrittenen Reduktionserscheinungen aufweisen. Dazu kommt noch die Beschaffenheit des Kraniums, dessen Verknorpelung mit der Labyrinthkapsel abschliesst, so dass die Nn. glossopharyngeus und vagus bei ihrem Austritte nur von membranösen Gebilden hinten begrenzt sind.

Dass ich die beiden spino-occipitalen Nerven der Petromyzonten, gerade so wie sie sich natürlich darbieten, als hinter dem Vagus gelegene beurtheile, brauche

---

1) Die etwas grössere Differenz in der Zahl der dorso-lateralen Myomeren vermindert sich, wenn man die schräg nach hinten gehende Lage der Scapula der Selachier, als offenbar infolge sekundärer Einflüsse aus der ursprünglichen mehr transversalen Stellung hervorgegangen, in Rechnung zieht. Ueber dem eigentlichen Kiemenbereiche der Selachier liegt eine etwas geringere Anzahl von Myomeren.

2) Auch mit der (wirklich beobachteten) Variabilität in der Anzahl der Wurzeln des Plexus cervicalis ist hierbei zu rechnen.

3) SEWERTZOFF hat, wie oben (p. 589) mitgetheilt, auch eine Vergleichung zwischen den Myomeren der Petromyzonten und Selachier angestellt, wobei ihm der M. rectus externus des Bulbus als fixer Ausgang diente, und ist dabei zu Resultaten gekommen, welche von den meinigen abweichen. Ich erblicke in der von HATSCHEK angegebenen direkten Aufeinanderfolge des M. rectus externus und des ersten metaotischen Myomers, selbst wenn die bezügliche Beobachtung einwandfrei wäre, eine durchaus cänogenetische Erscheinung (s. unten p. 609) und vermag darum dem von SEWERTZOFF zur Bestimmung der metamerischen Homologien eingeschlagenen Wege nicht zu folgen.

4) Ich rechne hier mit den Verhältnissen bei *Ammocoetes*. Bei dem erwachsenen *Petromyzon* hat der erste spino-occipitale Nerv zufolge der hohen sekundären Ausbildung des facialen Myomers selbst eine sehr ansehnliche Vergrösserung gewonnen, welche aber für die Vergleichung, die nur das primitive Verhalten berücksichtigen darf, nicht in Frage kommt.

ich nicht besonders zu wiederholen. In dieser Hinsicht unterscheide ich mich wesentlich von Hatschek, der sie nach der (1893 gegebenen) Berichtigung seiner ersten Mittheilung (1892) als ventrale Wurzeln des Facialis, Glossopharyngeus und Vagus auffasst. Zur wirklichen Begründung dieser Anschauung müsste erst der Nachweis geliefert werden, dass sie aus dem Gebiete dieser Nerven sich sekundär völlig ablösten und caudalwärts hinter das Vagusgebiet rückten. Keine Untersuchung konnte bisher dieses Postulat erfüllen.

Nicht minder als das Nervensystem zeigt sich auch die Seitenrumpfmuskulatur in jeder Hinsicht auf einer viel tieferen Stufe als diejenige der Selachier; ausser *Amphioxus* giebt es kein Wirbelthier, das in dieser Hinsicht unter den Petromyzonten stünde.

Die Elemente epibranchialer spinaler Muskeln (Subspinalis und Interbasales) sind in den lateralen Myomeren des branchialen und praebranchialen Gebietes enthalten, aber noch nicht aus ihnen herausdifferenzirt; die tiefen von v. Kupffer beschriebenen Kopfmyomeren erinnern in ihrer Lage specieller an den M. subspinalis, zeigen aber in ihrer Innervation und frühen Vergänglichkeit Züge, welche eine Homologie mit diesem Muskel ausschliessen (cf. p. 592, 593).

Der hypobranchialen spinalen Muskulatur entspricht im Allgemeinen der Muskelzug der branchialen ventralen Myomeren. Die Dysmetamerie derselben gegenüber den dorsalen und lateralen Myomeren und gegenüber den Kiemenbogen fand sich auch bei den Gnathostomen und wurde bei den Selachiern ausführlich besprochen (p. 386 ff., 404 f.). Die Dysmetamerie zu den Branchiomeren erscheint bei den Petromyzonten infolge der gestreckteren Dimensionen in dieser Gegend noch mehr ausgebildet als bei den Selachiern; bei ersteren ist der Kiemenkorb infolge ihrer besonderen Lebensweise weit nach hinten ausgedehnt, bei letzteren relativ nach vorn zusammengeschoben. Genauere Abzählungen zeigen indessen, dass die Differenz nicht so gross ist, als es auf den ersten Blick den Anschein hat.

Speciellere Vergleiche der Muskeln der Petromyzonten und Selachier verbietet die im Detail ausserordentlich divergente Entwickelung beider Abtheilungen. Eine Homologie allgemeinen Grades dürfte die zwischen dem ersten und letzten Kiemenloche gelegenen ventralen branchialen Myomeren der Petromyzonten mit den Mm. coraco-branchiales der Selachier verbinden; die Lage der vorderen Myomerengrenzen und die Innervation derselben durch den Plexus cervicalis sprechen für die Verwandtschaft, die Ursprungsverhältnisse und die Ausdehnung der einzelnen Muskelkomponenten sind deutliche Zeichen der sehr verschiedenartigen Differenzirung. Noch mehr entfernen sich die beiden praebranchialen ventralen Myomeren von den vorderen Elementen der hypobranchialen Selachier-Muskulatur (Mm. coracohyoideus und coraco-mandibularis); nur dass sie vor den Homologen der Mm. coracobranchiales liegen, lässt an eine sehr vage Vergleichung denken, alles Andere, insbesondere Insertion und Innervation, schliesst jede speciellere Homologisirung aus.

Auf Grund der Innervation ist man geneigt, ihnen eine ganz andere Art der Abgliederung von den dorso-lateralen Myomeren zuzuschreiben, als die Entwickelungsgeschichte für die hypobranchialen Muskeln der Selachier lehrt; doch genügen die vorliegenden Materialien noch nicht für die Entscheidung dieser schwierigen Frage, dies um so mehr nicht, als die ontogenetische Entwickelung dieses ventralen Zuges völlig singuläre Wege geht (p. 604). Das faciale Myomer der erwachsenen Petromyzonten ist aus den lateralen Elementen der Seitenrumpfmuskulatur abzuleiten und eine Differenzirung sui generis; auch seine späte Ausbildung zeugt genugsam von dem sekundären Charakter desselben.

Noch sei mit einigen Worten des M. rectus externus (bulbi) der Petromyzonten gedacht, welcher nach HATSCHEK (1892 p. 149) einem prootischen Metamer entsprechen und bei *Ammocoetes* direkt mit dem vorderen Myoseptum des ersten metaotischen Myomers verbunden sein soll, von ihm auch bei einem 12 cm langen *Ammocoetes* als longitudinaler, an der hinteren Circumferenz des Auges inserirender Muskel abgebildet wird (p. 149 Fig. 10). v. KUPFFER hat sich, wie schon erwähnt (p. 593), mit Gründen gegen diese Ableitung ausgesprochen.

Ich habe zwei Ammocoeten von 7,2 und 12 cm Länge (somit das ältere Stadium demjenigen von HATSCHEK an Grösse entsprechend) daraufhin untersucht und finde bei Beiden den von HATSCHEK abgebildeten Muskel von der vorderen Fläche der hinteren Circumferenz der häutigen Orbita an die hintere Fläche des Bulbus treten. Da nun gleichfalls zahlreiche Fasern des dorsolateralen Theiles des Seitenrumpfmuskels an der hinteren Fläche der hinteren Circumferenz der Orbita, also dem genannten Augenmuskel direkt gegenüber, sich inseriren (Retractores orbitae, s. p. 602), so gewinnt es allerdings den Anschein, als ob beide Muskeln, Retractores orbitae und Rectus externus von HATSCHEK, zwei nur durch ein Myoseptum getrennte und somit direkt auf einander folgende Längsmuskeln wären. Aber das Myoseptum ist in Wirklichkeit die Orbita und der vermeintliche Rectus externus der von dem N. trochlearis innervirte M. obliquus posterior (superior). Die vom N. abducens versorgten Mm. rectus externus (posterior) und rectus inferior haben einen gänzlich anderen Verlauf und unterscheiden sich, abgesehen von der relativ geringen Grösse, nicht von den gleichnamigen Muskeln des erwachsenen Petromyzon, hinsichtlich welcher ich die Befunde meines Bruders P. FÜRBRINGER (1875 Taf. II. Fig. 19. 20) durchaus bestätigen kann. — Vermag ich somit HATSCHEK in seinen, die thatsächlichen Befunde betreffenden Angaben nicht zu folgen, so will ich damit eine Abstammung dieser Muskeln von Kopfmyotomen überhaupt keineswegs a priori leugnen; ich halte dieselbe sowohl bezüglich des Obliquus superior, wie des Rectus externus, insbesondere bezüglich des letzteren für sehr wahrscheinlich, wenn auch bisher nicht sicher bewiesen. Jener Auffassung jedoch möchte ich mich widersetzen, welche den letztgenannten Augenmuskel direkt an die Anfänge der metaotischen Myotome, d. h. der Rumpfmuskulatur knüpft. v. KUPFFER's bezügliche gegen HATSCHEK gerichtete Aus-

führungen (vergl. p. 593) unterstützen mich nur in dieser Auffassung. Selbst wenn — was ich einstweilen noch bezweifle — die ontogenetische Untersuchung jüngerer Stadien doch noch Befunde liefern sollte, welche die direkte Aufeinanderfolge des Abducens-Myotoms[1]) und des ersten spino-occipitalen Myotoms zeigen, so würde ich darin eine cänogenetische Zusammenschiebung einstmals von einander entfernter Myotome erblicken, welche ursprünglich durch dazwischen liegende, jetzt aber verkümmerte Myomeren getrennt waren. Bei Myomeren, von denen das eine durch einen im Trigeminus-Gebiete liegenden, das andere durch einen hinter dem Vagus entspringenden Nerven versorgt wird, zwischen deren Wurzeln somit die ganze Reihe des Acustico-Facialis, Glossopharyngeus und Vagus-Complexes liegt, erscheint mir die direkte Aufeinanderfolge in der Phylogenese ausgeschlossen. Bis mir nicht der sichere Nachweis erbracht wird, dass die in Frage kommenden Nerven ursprünglich direkt neben einander von dem centralen Nervensystem ausgingen, glaube ich nicht an ihre primordiale direkte Nachbarschaft.

B. Myxinoides.[2])

Die Untersuchungen über die betreffenden Verhältnisse bei den Myxinoiden sind spärlichere als bei den Petromyzonten. Auf Grund origineller Beobachtungen handeln über die Nerven A. Retzius (1822, 1826), J. Müller (1835, 1840), Schneider (1872), W. K. Parker (1883), Ransom and Thompson (1886), Nansen (1887), G. Retzius (1890—93), Sanders (1894) und Price (1896), über die Muskeln A. Retzius (1824), J. Müller (1835), P. Fürbringer (1875), Schneider (1879) und Wiedersheim (1883, 1888)[3]). Aus diesen Arbeiten heben sich namentlich J. Müller's klassische Untersuchungen, sowie die Veröffentlichungen von Ransom and Thompson, G. Retzius, Sanders und Price hervor; die wenigen auf das hier behandelte Gebiet bezüglichen Angaben von P. Fürbringer sind durch Genauigkeit ausgezeichnet, Nansen giebt Gutes über die histologischen Verhältnisse des Rückenmarks. Die neuesten kurzen Mittheilungen von Price über die Entwickelung von *Bdellostoma* haben unsere Kenntnisse dieser tiefstehenden, interessanten Wirbelthierform sehr bedeutend bereichert und berechtigen zu grossen, an das Erscheinen der ausführlichen Monographie zu knüpfenden Erwartungen.

Die bereits bei den Petromyzonten wenig prägnante Sonderung der spinalen und spino-occipitalen Nerven tritt bei den Myxinoiden, deren Kranium — abgesehen

1) Bezüglich des Trochlearis-Myotomes, um das es sich auf Grund der thatsächlichen Befunde bei *Ammocoetes* und *Petromyzon* in erster Linie handeln würde, ist allerdings doppelte Vorsicht geboten.

2) Hinsichtlich der Beschränktheit der meine Untersuchungen illustrirenden Abbildung gilt das Gleiche wie bei den Petromyzonten (p. 581 Anm. 1). Auch hier werde ich an anderer Stelle Gelegenheit nehmen, diese Lücke auszufüllen. — Fig. 23 auf Taf. VII (*Bdellostoma*), die nach einem defekten Exemplare angefertigt wurde, ist ungültig; an ihre Stelle tritt die Textfigur 1, welche die betreffenden Verhältnisse vollständiger und richtiger wiedergiebt.

3) Ueber die histologischen Verhältnisse derselben vergleiche namentlich Grenacher (1867), Schneider (1879 und Maurer (1894).

von der Nasen- und Labyrinthkapsel und den kurzen und unbedeutenden basalen Parachordalia — häutig ist, noch weniger hervor. Im Wesentlichen verhalten sich alle Spinalnerven s. l. gleich, und die bei den Petromyzonten beschriebene Ansenbildung der ersten Nerven (α, β), wodurch diese sich den auf sie folgenden wenigstens einigermassen gegenüberstellten, geht auch den Myxinoiden ab. Immerhin kann man auch bei diesen die beiden ersten Nerven nach ihrem Ursprung und Durchtritt durch denjenigen Theil der membranösen Gehirnkapsel, der zweifellos als häutiges Kranium anzusehen ist, als spino-occipitale Nerven (α', β') von den folgenden spinalen Nerven (γ', δ' etc.) unterscheiden. Durch die Anwendung derselben Buchstaben — die aber hier bei den Myxinoiden mit Strich versehen sind — soll in keiner Weise eine spezielle Homologie mit den gleichbezeichneten Nerven der Petromyzonten praejudicirt werden.

Die überwiegende Mehrzahl der Autoren lässt auf den Vagus sogleich Spinalnerven folgen. Nur vereinzelt wird an einen Vergleich des ersten Paares derselben mit dem Hypoglossus oder überhaupt an den Hypoglossus gedacht; so bemerkt van Wijhe (1889 p. 565), dass bei den Myxinoiden noch kein Hypoglossus als Kopfnerv nachgewiesen sei, wiewohl er bei *Petromyzon* aus dem Schädel trete, G. Retzius (1893 p. 59), dass er vergebens nach dem Hypoglossus gesucht habe[1]; Sanders (1894 p. 19, 20) lässt die Möglichkeit offen, ob die von ihm zum Vagus gerechnete dorsale Wurzel nicht doch derjenigen Wurzel von *Petromyzon* entspreche, welche dort von Schlemm und d'Alton als Hypoglossus aufgefasst worden sei.

Die Zahl der Spinalnerven giebt J. Müller (1840 p. 29) auf über 100 an, wobei er von Kopf bis After 89, von After bis Schwanzende 20 zählt.

Die Existenz ventraler und dorsaler Wurzeln bei allen Spinalnerven wird zuerst von J. Müller (1840 p. 29) angegeben und von allen späteren Autoren bestätigt[2].

Der centrale Ursprung der Spinalnerven in der Medulla wird namentlich von Nansen, G. Retzius und Sanders beschrieben. Bezüglich der ventralen Wurzeln gelang nur Nansen (1887 p. 159 Fig. 106) einige Male bei den dünnen Fasern derselben der Nachweis eines Zusammenhanges mit ventralen motorischen Ganglienzellen; Retzius (1891 p. 53) und Sanders (1894 p. 20) vermochten die motorischen Fasern nicht bis zu Zellen zu verfolgen. Hinsichtlich der dorsalen Wurzeln beschrieben Nansen (1887 p. 158) und Retzius (1891 p. 52) übereinstimmend, dass sich dieselben dichotomisch nach dem Eintritt in das Rückenmark theilen und dass beide Zweige, ohne Kollateralen abzugeben, rostral- und caudalwärts in der Medulla verlaufen, dass aber ein Verband mit Zellen nicht sichtbar sei[3]; Sanders (1894 p. 20) hält für wahrscheinlich, dass sie von den kleinen Zellen des Rückenmarks entspringen.

---

1 Auch Ransom and Thompson (1886 p. 425) bemerken, dass die dicken Nervenfasern, welche sie bei *Petromyzon* unter Vagus 2*a*. aufführen und welche ich mit dem ersten spino-occipitalen Nerven identificirte (p. 582), den Myxinoiden abgehen.

2 Auf den Abbildungen von G. Retzius (1893 Taf. XXIV Fig. 1, 2, 3) sind nur die dorsalen Wurzeln wiedergegeben; die ventralen, über deren Existenz Retzius schon 1891 genaue Mittheilungen machte, waren wahrscheinlich infolge der Maceration abgerissen.

3 Wie die genannten Autoren mit Recht hervorheben, ist auch nicht zu erwarten, dass die bezüglichen mit Spinalganglien verbundenen Fasern von medullaren Zellen beginnen. Ueber etwas den Hinterzellen Kutschin'schen Zellen der Petromyzonten Vergleichbares wird nichts berichtet.

Der Abgang von der Medulla erfolgt bei den ventralen Wurzeln mit 2 (Ransom and Thompson 1886 p. 423, an einigen Regionen, wenn nicht überall[1]); G. Retzius 1891 Taf. XVI, oft oder 3 bis 4 (Sanders 1894 p. 20) Wurzelbündeln, und zwar von dem lateralen Theile der ventralen Fläche des bandförmig abgeplatteten Rückenmarks[2]), bei den dorsalen Wurzeln mit einem geschlossenen Bündel (Ransom and Thompson, Retzius, Sanders) von der Mitte oder dem lateralen Theile der dorsalen Fläche desselben. Dorsale und ventrale Wurzeln alterniren mit einander; zugleich findet auch eine alternirende Asymmetrie der rechten und linken Seite statt (Retzius 1893 Taf. XXIV Fig. 1, 2, Sanders 1894 p. 20, der zugleich über weitere Unregelmässigkeiten in dieser Asymmetrie berichtet).

Der Durchtritt der ventralen und dorsalen Wurzeln durch die häutige Umhüllung des Rückenmarks (häutige Wirbelsäule) erfolgt in getrennten (J. Müller 1840 p. 29), alternirenden Oeffnungen. Wenn ich Ransom and Thompson (1886 p. 423) recht verstehe, lassen diese Autoren die beiden Wurzelbündel der ventralen Wurzeln auch während des Durchtritts noch getrennt bleiben. Die Richtung der Wurzeln und ihrer peripherischen Fortsetzungen ist hierbei eine in der Hauptsache transversale, wie die Abbildungen der ersten Spinalnerven von W. K. Parker (1883 Taf. XVII Fig. 4) und G. Retzius (1893 Taf. XXIV Fig. 1, 2) zeigen.

Nach dem Austritt aus der membranösen Rückenmarkshülle schwellen die dorsalen Wurzeln zu Spinalganglien an, die zuerst von Schneider (1879 p. 74) allgemein nachgewiesen wurden, nachdem J. Müller (1840 p. 29) nur für die dorsale Wurzel des ersten Spinalnerven eine Anschwellung angegeben hatte[3]). Genauere Mittheilungen über die Spinalganglien machen Ransom and Thompson (1886 p. 423), Nansen (1887 p. 162), G. Retzius (1890 p. 97) und Sanders (1894 p. 20); Retzius findet bei *Myxine* dieselben Verhältnisse wie Freud bei *Petromyzon* und bildet auch alle Uebergänge von bipolaren zu T-förmig unipolaren Zellen, sowie eine durchtretende Faser ab (Taf. XVIII Fig. 2)[4]). Die ventralen Wurzeln bestehen nur aus Nervenfasern.

Beide Wurzeln bleiben nicht wie bei *Petromyzon* getrennt, sondern vereinigen sich in einiger Entfernung von dem Austritt zu einem gemeinschaftlichen gemischten Stamme (Schneider 1879 p. 76, Ransom and Thompson 1886 p. 423, Sanders 1894 p. 21); Schneider hebt zugleich hervor, dass *Myxine* darin höher als *Petromyzon* stehe. Ueber den weiteren Verlauf, die Verzweigung und Verbreitung der Spinalnerven berichten J. Müller (1840 p. 29), sowie Ransom and Thompson (a. a. O.) und Sanders (a. a. O.); Sanders untersuchte nur *Myxine*, die anderen Autoren *Bdellostoma* und *Myxine* und fanden bei beiden Gattungen übereinstimmende Verhältnisse. Nach diesen Untersuchungen giebt sowohl die ventrale (motorische) wie die dorsale (sensible) Wurzel (resp. das Ganglion spinale) dorsale und ventrale Aeste ab[5]); erstere sind die schwächeren und verlaufen (in ihren motorischen und sensibeln Antheilen) getrennt, letztere verbinden sich zu einem gemischten Stamme (Ransom and Thompson, Sanders); zugleich geben Ransom and Thompson an, dass die dorsalen motorischen Aeste mit 2 Wurzeln von den doppelten motorischen Wurzeln jedes Nerven entspringen und dass diese Wurzeln erst im weiteren Verlaufe sich mit einander verbinden. Die ventralen Aeste verlaufen ventralwärts und enden in den Mm. recti

1) Ransom and Thompson heben mit Recht die Aehnlichkeit mit *Amphioxus* in dieser Hinsicht hervor.

2) Retzius (1891 p. 53) betont zugleich die Asymmetrie im Abgange derselben vom Rückenmark.

3) Auch Price (1896 A. p. 71, 72) erwähnt dieselben kurz und benutzt sie zur metamerischen Bestimmung der Kiemenöffnungen bei den von ihm untersuchten Embryonen von *Bdellostoma stouti*. In seinem Stadium *A*. liegt die 6. oder 7. Kiemenspalte in der Höhe des 1. Spinalganglions, im Stadium *C* befinden sich die persistirenden 11 Kiemenöffnungen in der Höhe des 19. bis 29. Spinalganglions.

4) In der gleichen Abhandlung giebt Retzius auch (p. 98, 99) eine genauere Beschreibung der von ihm gefundenen subkutanen Ganglienzellen und sensibeln Zweige und weist zugleich darauf hin, dass dieselben unter den Wirbelthieren bisher nur noch bei *Petromyzon* (Langerhans 1873) und *Amphioxus* (Quatrefages 1845, Leuckart und Pagenstecher 1858, Stieda 1873, Langerhans 1876 und Rohon 1882) gefunden worden seien.

5) J. Müller (1840 p. 29) leugnet die Existenz eines besonderen Ramus dorsalis.

(abdominis). Der 1. Spinalnerv verläuft über der Gehörkapsel und dem Vagus nach aussen und verzweigt sich in den beiden ersten Myomeren, während die folgenden Spinalnerven immer je ein Myomer versorgen (J. MÜLLER 1840 p. 29).

Von Anastomosen mit Gehirnnerven oder über irgend welche dem Sympathicus entsprechenden Elemente wird nirgends berichtet, RANSOM and THOMPSON (1886 p. 425) stellen beide ausdrücklich in Abrede.

Ueber den dem ersten Spinalnerven vorausgehenden N. vagus machen fast sämmtliche Autoren von A. RETZIUS (1822) bis PRICE (1896) kürzere oder ausführlichere Mittheilungen. Fast übereinstimmend wird er als letzter Gehirnnerv angegeben. Er gehe hinter dem N. acusticus aus dem seitlichen Umfange des Lobus medullae oblongatae mit einer Wurzel resp. drei vertikal angeordneten Bündeln (SANDERS 1894 p. 19) oder mehreren Wurzeln (RETZIUS 1893 p. 59) ab und trete durch eine Spalte der Gehirnkapsel über den hinteren Theil der Gehörkapsel aus (J. MÜLLER 1840 p. 25, PARKER 1883 p. 401); wahrscheinlich enthalte er auch Fasern des N. glossopharyngeus (PARKER). Nach RANSOM and THOMPSON (1886 p. 425) fehlen ihm bei *Bdellostoma* und *Myxine* die dicken, bei *Petromyzon* von diesen Autoren sub Vagus 2*a* angegebenen Fasern (nach meiner Deutung der erste spino-occipitale Nerv von *Petromyzon*). RETZIUS (1893 p. 59 Taf. XXIV Fig. 1—3) unterscheidet bei *Myxine* den eigentlichen Vagus, der mit mehreren Wurzeln entspringt und keine Ganglienzellen enthält, und rechnet ihm eine dorsal daneben abgehende dünne Wurzel zu, welche ein Ganglion nach Art der dorsalen Spinalnervenwurzeln besitzt; letztere als ersten Spinalnerven aufzufassen, sei wohl wegen des Ursprungs von der Medulla oblongata nicht annehmbar. SANDERS (1894 p. 19) findet das Gleiche unabhängig von RETZIUS bei *Myxine*: die Hauptwurzel kommt in drei Bündel getheilt aus dem hinteren Ende des latero-ventralen Ganglion der Medulla und tritt über die Ohrkapsel nach aussen, dorsal von ihr befinde sich eine feinere mit Ganglion versehene Wurzel, welche wohl als dorsale Wurzel des Vagus zu betrachten sei[1]). Desgleichen beschreibt PRICE (1896 B. p. 85, 86) bei Embryonen von *Bdellostoma* eine dünne und lange dorsale Vaguswurzel mit kleinem Ganglion, findet aber anstatt der Hauptwurzel eine Reihe von zarten Wurzeln, welche sich in horizontaler Linie von dem hinteren Niveau der Ohrkapsel bis zum ersten Spinalganglion erstrecken. Bezüglich des weiteren Verlaufes des Vagus ist J. MÜLLER's Beschreibung (1840 p. 25 und 1835 Taf. VII Fig. 1, 2) noch unübertroffen und wird auch von STANNIUS (1854), GEGENBAUR (1870) und HUXLEY (1871, 1873) in den Hauptzügen rekapitulirt. Danach wendet sich der Vagus gleich nach dem Austritt direkt nach hinten und verläuft in longitudinaler Richtung successive über den dorsalen Bereich des Constrictor pharyngis, der Kiemen und des Constrictor cardiae, um am hinteren Ende desselben mit dem der Gegenseite zu einem unpaaren Nerven zusammenzutreten (N. intestinalis impar), welcher an der Insertionsstelle des Mesenterium am Darm caudalwärts zieht und immer dünner werdend bis zum After sich erstreckt. Auf diesem Wege giebt er zuerst einen R. pharyngeus für die Muskulatur und die Schleimhaut des praebranchialen Pharynx ab, danach im Kiemenbereiche gemischte Rr. branchiales, welche der Zahl der Kiemen entsprechen, und fernerhin den Plexus cardiacus, welcher in dem Constrictor cardiae ein komplicirtes Nervengeflecht bildet, diesen und die muskulöse Bedeckung des Ductus oesophageo-cutaneus versorgt und, wie es scheint, auch zum Herzen geht; von dem R. intestinalis impar endlich entstehen zahlreiche Rr. intestinales, welche den vollständig fehlenden Sympathicus ersetzend den Darm in seiner ganzen Länge innerviren. Ein R. lateralis vagi wurde von J. MÜLLER nicht gefunden und auch von Keinem der folgenden Untersucher ausser SANDERS (s. unten) angegeben. RANSOM and THOMPSON (1886 p. 425) beobachteten in dem Stamme des Vagus segmental angeordnete Ganglien; PRICE (1896 B. p. 85) führt bei den von ihm untersuchten Embryonen epibranchiale Ganglien an, welche von der zweiten bis letzten Kiementasche sich erstrecken, während die epibranchialen Ganglien des Facialis sich an den drei ersten Kiemen

1) Auch den darauf folgenden ersten aus dorsaler und ventraler Wurzel bestehenden Spinalnerven ist er geneigt, dem Vagus zuzurechnen, enthält sich aber einer definitiven Entscheidung (p. 20).

finden, wonach also die 2. und 3. Kiementasche von beiden Nerven, Facialis und Vagus, versorgt werden[1]. Sehr im Gegensatze zu J. Müller giebt Sanders (1894 p. 19) an, dass der dem latero-ventralen Ganglion entstammende Hauptstamm des Vagus in seinem weiteren Verlaufe nach hinten sich zwischen der dorsalen und ventralen Rumpfmuskelmasse einbette und daher einen R. lateralis repräsentire.

Unsere bisherige Kenntniss der Seitenrumpfmuskulatur der Myxinoiden beschränkt sich im Wesentlichen auf die ausführliche Beschreibung J. Müller's (1835 p. 179 ff.), während P. Fürbringer (1875 p. 12) nur über den Tentacularis posterior, der von dem ersten Spinalnerven versorgt werden soll, berichtet, Schneider (1879 p. 82) im Anschlusse an Grenacher (1867 p. 577) die höhere histologische Entwickelung der Muskeln von *Myxine* im Vergleich zu *Petromyzon* hervorhebt, Maurer (1894 p. 509 ff.) in seiner vortrefflichen Abhandlung über die Elemente der Rumpfmuskulatur der Cyclostomen und höheren Wirbelthiere sich über den gleichen Gegenstand entwickelungsgeschichtlich (Zerfall der Muskelbänder der Petromyzonten in die Muskelfasern der Myxinoiden) verbreitet, Wiedersheim (1883 p. 232, 1888 p. 238) endlich eine kurze Darstellung der betreffenden Muskeln, in der Hauptsache im Anschlusse an J. Müller, giebt[2].

Die Beschreibung Müller's zeigt, wie auch Schneider und Wiedersheim betonen, eine höhere Entwickelung des Seitenrumpfmuskelsystems der Myxinoiden im Vergleich zu den Petromyzonten. Dasselbe ist in eine dorsale resp. dorso-laterale und eine ventrale Abtheilung gesondert, welche beide in verschiedener Weise differenzirt sind. Die dorso-laterale Abtheilung besteht aus Myomeren, deren Muskelelemente longitudinal verlaufen und die von einander durch Septen getrennt werden, welche in ihrem dorsalen Bereiche gezackt, in ihrem lateralen quer verlaufen; J. Müller unterscheidet danach einen Rückenmuskel und Seitenmuskel (p. 180), die aber beide direkt in einander übergehen. Am Kopfe endet der dorso-laterale Muskel von *Bdellostoma* in einer konvexen Grenzlinie (Müller 1835 Taf. VI) derart, dass die dorsale Partie mit der der Gegenseite durch eine breite Membran verbunden zwischen den Augen an der Dorsalfläche des Kraniums inserirt, während die laterale Partie in einen längeren Zipfel (Myomer mit viel längeren Muskelfasern) ausläuft und theils an der Fascie, theils an dem Knorpel des unteren (4.) Tentakels inserirt. P. Fürbringer (1875 p. 12 Taf. I Fig. 7) beschreibt bei *Myxine* als vordersten, vom ersten Spinalnerven innervirten Abschnitt des Seitenrumpfmuskels den M. tentacularis posterior, der von der gemeinsamen Aponeurose der beiden Dorsalpartien des Seitenrumpfmuskels entspringt und als platter, ziemlich breiter Muskel mit parallelen Fasern nach vorn geht, wo er an dem 2. und 3. Tentakel[3]) und einem zwischen beiden ausgespannten Ligament endet[4]. Die ventrale Abtheilung der Seitenrumpfmuskulatur ist in einen oberflächlichen M. obliquus externus und einen tiefen M. rectus zerfallen. Der M. obliquus externus bildet einen einheitlichen, nicht durch Myosepten gesonderten, von Kopf bis After erstreckten Muskel, welcher von der oberflächlichen Fascie des Lateralmuskels entspringt und mit descendenten Fasern nach der ventralen Mittellinie des Körpers verläuft, wo er sich im Kopf- und Kiemenbereiche mit dem der Gegenseite ausgiebig kreuzt, hinter den Kiemen dagegen durch Raphe mit ihm verbindet. Sein vorderes Ende beginnt (bei *Bdellostoma*

---

1) Die erste Kiemenspalte vergleicht Price der hyomandibularen der Gnathostomen.

2) Die Beschreibungen und Abbildungen von A. Retzius (1824 p. 1023 f.) sind mir nicht recht verständlich geworden.

3) Ueber die Tentakeln von *Myxine*, sowie ihre Muskeln und Nerven macht Pollard in einer ausführlichen Arbeit (1895 A.) neuerdings genauere Mittheilungen, welche auch den Versuch einer Vergleichung mit den Tentakeln resp. den ihnen nach Pollard's Anschauungen entsprechenden Gebilden bei den gnathostomen Fischen enthalten. Eine zweite Veröffentlichung (1895 B.) beschäftigt sich in Kürze mit dem gleichen Thema.

4) Bezüglich der zwischen ihm und J. Müller hinsichtlich des Ursprunges bestehenden Kontroverse verweise ich auf seinen Text (1875 p. 12 Anm. 3).

einige Linien hinter dem 4. Tentakel; im Bereiche der Kiemen ist er bei *Bdellostoma* von den einzelnen Oeffnungen derselben und dem Ductus oesophageo-cutaneus metamer durchbohrt, während bei *Myxine* nur 1 Durchbruchsöffnung sich findet. Die sogenannten Schleimsäcke liegen bei *Bdellostoma* an seiner Innenfläche, so dass er auch von den Ausmündungen derselben segmental durchsetzt wird, bei *Myxine* dagegen oberflächlich zwischen ihm und der Haut. Der M. rectus bildet einen schmäleren und ziemlich dünnen ventralen Streifen von longitudinal verlaufenden Muskelelementen, welcher den der Gegenseite in der ventralen Mittellinie berührt und aussen von dem M. obliquus externus gedeckt wird. Er ist nicht einheitlich wie dieser gebildet, sondern durch Septen in einzelne Myomeren gesondert, welche in ihrer Zahl und Anordnung mit denen des dorso-lateralen Muskels übereinkommen. In ventraler Lage von den Kiemenlöchern erstreckt er sich vom After bis zum Hyoid, wo er mit schmaler Sehne an der Uebergangsstelle des knorpeligen und verkalkten Theiles inserirt. Nach J. Müller sind der rechte und linke Muskel von *Bdellostoma* symmetrisch angeordnet (1835 Taf. VI Fig. 3), während Wiedersheim bei *Myxine* (1883 p. 232 Fig. 190, 1888 p. 238 Fig. 199) ein Alterniren der beiderseitigen Myomeren abbildet.

Augenmuskeln oder etwas ihnen Vergleichbares wurden bei den Myxinoiden bisher vergeblich gesucht.

Zur eigenen Untersuchung hatte ich ein reiches Material zur Verfügung, welches ich der Güte der Herren Prof. A. Agassiz in Cambridge, Mass., Dr. H. Braus in Jena, Prof. L. Döderlein in Strassburg, Dr. L. Drüner in Kassel, Präsident Prof. D. S. Jordan in Palo Alto, Ca., Prof. E. L. Mark in Cambridge, Mass., Geh. Rath Prof. K. Möbius in Berlin, Prof. M. Nussbaum in Bonn, Dr. L. H. Plate in Berlin, Prof. G. C. Price in Palo Alto, Ca., Prof. G. Ruge in Amsterdam, Prof. R. Semon in Jena und Prof. M. Weber in Amsterdam verdanke. Dasselbe bestand aus den Species:

Bdellostoma bischoffi, Schneider; *Bd. bürgeri*; *Bd. cirrhatum*, Bl. Schn.; *Bd. polytrema*, Gthr. [1]; *Bd. stouti Lockington*;

Myxine glutinosa L. (zahlreiche Exemplare),

wurde indessen, theils aus Gründen der Schonung, theils, weil diese Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind, nur theilweise benutzt [2]).

Es erscheint zweckmässig, die folgende Darstellung zuerst mit den typischen spinalen Nerven (γ', δ' etc.) beginnen zu lassen und erst daran die spino-occipitalen Nerven (α', β') anzuschliessen.

Die typischen spinalen Nerven (γ', δ' etc.) setzen sich, wie schon von den früheren Untersuchern angegeben worden, aus ventralen und dorsalen Wurzeln zusammen. Der erste spinale Nerv (γ') hat meistens eine dorsale Wurzel von grösserer Dicke als die Summe der zugehörigen ventralen; bei den folgenden Nerven (δ' etc.) ist sie ihnen annähernd gleich oder mitunter selbst etwas schwächer.

Bezüglich des ventralen Ursprunges beider Wurzeln kann ich den Angaben von Nansen, Retzius und Sanders nichts hinzufügen, da der Erhaltungszustand meines

1) Die bezüglichen mir unter diesem Namen von den Herren Agassiz und Mark mitgetheilten Exemplare hatten 10 Kiemenöffnungen und glichen auch sonst *Bdellostoma bischoffi*. Ich führe sie daher, ebenso wie ein entsprechendes Stück aus den hiesigen Vorräthen, unter dieser Bezeichnung in der Folge an.

2) Eine spätere Veröffentlichung soll versuchen, die noch bestehenden Lücken auszufüllen.

Materiales für bezügliche speciell darauf gerichtete Untersuchungen nicht ausreichte. Die centralen Anfänge der ventralen und die letzten centralen Endigungen der dorsalen Wurzeln müssen daher in suspenso bleiben. Etwas an die sogenannten Hinterzellen (Kutschin'sche Zellen) der Petromyzonten Erinnerndes konnte ich ebenfalls zufolge der Beschaffenheit meines Materiales nicht finden; ob die von Sanders angegebenen kleinen Zellen, welche nach diesem Autor wahrscheinlich die hinteren Wurzeln entstehen lassen sollen, denselben vergleichbar sind, erscheint recht zweifelhaft[1].

Der Abgang geschieht bei den ventralen Wurzeln von der Ventralfläche der Medulla spinalis und zwar in der Regel mit zwei getrennten Wurzelbündeln, die ihrerseits wieder aus einigen Wurzelfäden sich zusammensetzen, so dass man auch, wie das Sanders thut, mehr Wurzelbündel zählen kann; als überwiegende Regel finde ich bei *Bdellostoma* die Zweizahl, stimme somit darin Ransom and Thompson wie Retzius vollkommen bei. Doch können ausnahmsweise durch Spaltung auch 3 bis 4 oder auch (namentlich am ersten Spinalnerven) durch ganz nahes Zusammentreten der Fasern der beiden Wurzelbündel nur 1 entstehen. Beide Wurzeln sind meistens ungefähr gleichstark und liegen einander bald näher, bald ferner; die grösste Annäherung zeigte γ^{v}, danach δ^{v}. Die dorsalen Wurzeln bilden stets ein kompaktes von der Dorsalfläche der Medulla abgehendes Bündel. Wie bereits betont, alterniren ventrale und dorsale Wurzeln mit einander; im Gegensatze zu *Petromyzon* gehen hierbei die ventralen den zugehörigen dorsalen voraus. Die erste auf die spino-occipitalen Nerven folgende Wurzel ist somit eine ventrale (γ^{v}) und zwar ist das erste Wurzelbündel derselben an γ^{d} oft so nahe herangerückt, dass sie selbst direkt ventral davon liegen kann. Desgleichen kann ich die von Retzius und Sanders bei *Myxine* angegebene Asymmetrie im Abgang der rechts- und linksseitigen Nerven bestätigen; dieselbe findet sich — zum Unterschiede von *Petromyzon*, wo sie von Freud nur im Bereiche des Caudalmarks beobachtet wurde (p. 585) — in der ganzen Länge des Rückenmarkes, und zwar, wie es auf Grund meiner allerdings nicht sehr zahlreichen Untersuchungen den Anschein hat, bei *Bdellostoma* nicht so ausgeprägt wie bei Myxine.

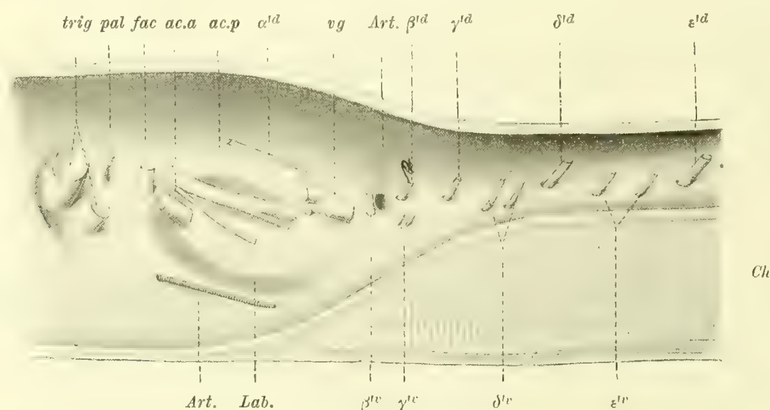
Dorsale und ventrale Wurzeln der spinalen Nerven treten durch besondere Öffnungen in der häutigen Wirbelsäule nach aussen. Auch die beiden ventralen Wurzelbündel durchsetzen dieselbe (s. Textfigur 1 auf p. 616) in der Regel gesondert; meist sind beide Oeffnungen, namentlich bei *Bdellostoma*, so weit von einander entfernt, dass ihre gegenseitige Distanz annähernd ebenso gross ist als die von den dorsalen Wurzeln; doch können sie einander näher liegen, selbst (individuell bei γ^{v}) durch eine Oeffnung nach aussen gehen.

Nach dem Austritte zeigen die spinalen Nerven folgende Verhältnisse in der

1) Studnička, der am hinteren Ende des Rückenmarks randständige dorsale Ganglienzellen fand, ist geneigt, diese mit den Burckhardt'schen Zellen bei den Dipnoern zu homologisiren, spricht sich aber gegen einen Vergleich mit den Hinterzellen aus (1895 A. p. 2, 1895 B. p. 27).

Verbindung und weiteren Vertheilung der dorsalen und ventralen Wurzelelemente; *Bdellostoma* wurde hierbei in erster Linie untersucht[1]).

Die dorsale Wurzel schwillt gleich nach dem Austritte zu einem ovalen Ganglion an, das sich in dorso-ventraler Richtung (mit einer mässigen ventro-rostralen Neigung) in die Länge streckt und von seinen beiden Polen einen dorsalen und ventralen Ast abgehen lässt. Der dorsale, von dem dorso-caudalen Pole entstehende, Ast ist der schwächere und verläuft in der durch die Myomerenordnung bestimmten Richtung dorsalwärts, nachdem er sich bald nach seinem Abgange mit



Textfigur 1. *Bdellostoma bischoffi.* Medianer Sagittalschnitt durch den hinteren Bereich des Schädels und den Anfang des Rückenmarkrohres nach Wegnahme des Gehirns und Rückenmarks, aber unter Erhaltung der von ihnen ausgehenden Nerven. Grösseverhältniss $^8/_1$.

Art. Arterie; *Ch.* Chorda; *Lab.* Labyrinthwand; *ac.a.* N. acusticus anterior; *ac.p.* N. acusticus posterior; *fac.* N. facialis; *pal.* N. palatinus; *trig.* N. trigeminus; *vg.* N. vagus; α'^d, β'^d, γ'^d, δ'^d, ε'^d dorsale Wurzeln der 5 ersten Spinalnerven (resp. der 2 spino-occipitalen und der 3 ersten spinalen Nerven); α'^v, β'^v, γ'^v, δ'^v, ε'^v ventrale Wurzeln derselben.

einem dorsalen motorischen Zweig (s. unten) verbunden hat; schliesslich gelangt er bis zur dorsalen Medianlinie aufsteigend auf dem von dieser ausgehenden Bindegewebsseptum zur Haut. Der ventrale, von dem ventro-rostralen Pole des Ganglions abgehende Ast ist der stärkere und verbindet sich früher oder später mit dem ventralen motorischen Aste zu einem gemischten Hauptstamme, der ebenfalls den Myomeren entsprechend ventralwärts resp. ventro-rostralwärts verläuft. Die beiden ventralen Wurzelbündel geben gleich nach ihrem in der Regel gesonderten Austritte zwei dorsale Aeste ab, welche sich bald mit einander verbinden und nach Absendung von ein oder zwei Seitenzweigen an die dorsale Seitenrumpfmuskulatur die oben erwähnte Vereinigung mit dem dorsalen sensibeln Aste eingehen, welcher weitere Muskelzweige für die eben genannte Muskulatur entstammen; die beiden stärkeren ventralen Aeste treten gleichfalls bald zu einem ventralen Aste zusammen, welcher ventralwärts verläuft und, wie schon angegeben, früher oder

1) Diese Darstellung gilt in der Hauptsache auch für *Myxine* und entspricht im Wesentlichen auch der von Ransom and Thompson sowie Sanders gegebenen Beschreibung von *Myxine.* Auf die besondere Aufzählung der unbedeutenden und untergeordneten Abweichungen kann hier verzichtet werden.

später mit dem ventralen sensibeln Aste den kräftigen gemischten Hauptstamm bildet. Derselbe tritt in das ihm entsprechende Myomer der lateralen Abtheilung des Seitenrumpfmuskels, durchsetzt dasselbe zunächst derart, dass er anfangs von einem nur unbedeutenden Muskelbündelkomplex medial begrenzt wird, und tritt bald ganz an die Innenfläche desselben, von hier aus zahlreiche Zweige zu seiner Versorgung abgebend. Am ventralen Rande des lateralen Muskels angelangt, zerfällt er in 1 stärkeren und 3 bis 4 feinere Zweige; der stärkere durchbohrt den M. obliquus externus und geht mit zahlreichen Zweigen an die Haut, von den feineren gelangen 2 bis 3 zu dem M. obliquus externus, während 1 und zwar gewöhnlich der am meisten caudale zu dem entsprechenden Myomer des M. rectus sich wendet, dasselbe innervirend; dem ersten spinalen Nerven (γ') fehlt der Zweig für den M. rectus, da dieser sich nur bis zum Bereiche von δ' nach vorn erstreckt. Im Kiemenbereiche, wo der ventral von den Kiemenöffnungen befindliche M. rectus seiner Lage nach dem ventralen Muskel der Petromyzonten resp. der hypobranchialen spinalen Muskulatur der Gnathostomen entspricht, bilden die zu ihm gelangenden Nervenzweige nichts, was einem Plexus s. Ramus cervicalis entspräche, sondern gehen einzeln und direkt, ohne einen Arcus zu bilden, zwischen den einzelnen Kiemenöffnungen zu den von ihnen versorgten Myomeren. Der gleiche direkte Verlauf gilt für das praebranchiale Gebiet von *Bdellostoma*, sowie bei *Myxine* für die ganze vor dem Stigma externum gelegene Strecke. Ueberall also findet sich eine grosse metamerische Gleichmässigkeit, welche sich durch die Kiemendurchbrüche nicht behindern lässt und damit zu Petromyzon und den Gnathostomen mit ihren die Kiemenregion hinten umkreisenden Plexus (Rami) cervicales in einen wesentlichen Gegensatz tritt.

Die spino-occipitalen Nerven finden sich bei gut erhaltenen Exemplaren von *Bdellostoma bischoffi* in der Zweizahl; ob dies auch bei den anderen Arten von *Bdellostoma* und *Myxine* der Fall ist, kann ich auf Grund meines Materiales nicht mit Sicherheit angeben; die Wahrscheinlichkeit spricht dafür. Der erste spino-occipitale Nerv (α') entspringt mit einer dorsalen Wurzel (α'^{d}) von der dorso-lateralen Fläche des Gehirns zwischen den Ursprüngen des Vagus und Acusticus, weiter ab von ersterem und letzterem mehr genähert. Auch fand ich unweit dieser dorsalen Wurzel, ventral von ihr von dem Gehirn abgehend einen sehr zarten Nerv, der nach seinem Ursprunge einer ventralen Wurzel von α' entsprechen könnte; doch gelang es mir nicht, denselben bis zum Durchtritte durch die Schädelwand zu verfolgen[1]). Um die Existenz von α'^{v} zu sichern, bedarf es noch weiterer Untersuchungen. Die dorsale Wurzel von α' verläuft nach hinten und aussen und tritt dorsal von dem Acusticus posterior, somit dorso-rostral von dem Vagus als dorsalster Nerv dieser Gegend durch die häutige Gehirnkapsel. Nach ihrem Austritte bildet sie ein kleines sehr

1) Möglicherweise ist dieser Nerv auch identisch mit dem auf der Textfigur zwischen dem Acusticus anterior und posterior verlaufenden, vielleicht zu den Acustici gehörigen, übrigens nicht weiter bezeichneten Nerven und hat dann wohl nichts mit einem ventralen Spinalnerven zu thun. Auch hier bedarf es noch weiterer Untersuchungen, wofür mein Material nicht genügte.

schlankes Ganglion, das der Dorsalfläche des vorderen Theiles der Labyrinthkapsel aufliegt, und wendet sich danach, mit Zweigen von β' verschiedene, aber leicht lösbare Verbindungen eingehend, nach vorn, um nach Abgabe einiger Zweige zu dem zwischen den beiden ersten Seitenrumpfmuskel-Myomeren[1]) befindlichen Septum schliesslich am vorderen Ende des Seitenrumpfmuskels, zwischen diesem und dem Auge an der Haut des Schädels auszutreten und sich in dieser Gegend ziemlich ausgedehnt zu verzweigen. Soweit mir bekannt, ist dieser erste Nerv bisher nicht beschrieben worden. Der zweite spino-occipitale Nerv besitzt eine ventrale und dorsale Wurzel, welche nahe bei einander und auch in grosser Nähe zum Vagus, im caudalen Bereiche desselben von der Medulla oblongata abgehen und durch gesonderte Foramina, zwischen welchen auch ein Blutgefäss durchtritt, den Schädel verlassen. Die ventrale Wurzel (β'^{v}) tritt rostral resp. rostro-ventral von der dorsalen durch die Schädelwand und kann dabei dem Vagus so nahe liegen, dass sie eine caudale Wurzel desselben zu bilden scheint. Die dorsale Wurzel (β'^{v}) bildet nach ihrem Austritte ein Ganglion, welches bald ganz ansehnlich, bald recht schmächtig, einmal selbst durch mikroskopisch nachweisbare Ganglienzellen repräsentirt gefunden wurde, und gleich der ventralen Wurzel auf der Dorsalfläche des mittleren Theiles der Labyrinthwand liegt. Die ventrale Wurzel theilt sich hier gleich nach ihrem Austritt in einen vorderen (rostralen) und hinteren (caudalen) Ast. Der vordere, auch mit α'^{d} anastomosirende Ast ist für das erste Myomer des Seitenrumpfmuskels bestimmt und versorgt dasselbe mit dorsalen und ventralen Zweigen, welche letztere um die Aussenwand der Labyrinthkapsel ventral herabsteigen und das lange faciale Myomer mit zahlreichen nach vorn strebenden Nervenfäden sowie den Anfang des M. obliquus externus innerviren. Der hintere Ast verbindet sich mit der dorsalen Wurzel und theilt sich dann in einen dorsalen und ventralen Zweig, welche sich nach Art eines typischen Spinalnerven in dem dorsalen und ventralen Bereiche des (von dem ersten nur unvollständig getrennten) zweiten Myomers und der ihm entsprechenden Hautstrecke verzweigen; auch hier schlägt sich der ventrale Zweig ventralwärts um die Labyrinthkapsel herum. Die Vertheilung dieses Nerven an 2 Myomeren war J. Müller bereits bekannt (s. oben p. 612); ob aber in den beiden ersten Myomeren der Myxinoiden zwei ursprünglich selbstständige oder nur sekundär aus einem primitiven Myomer hervorgegangene Abtheilungen vorliegen, ist erst noch zu entscheiden. Die dorsale Wurzel von β' entspricht wahrscheinlich der von Retzius, Sanders und Price beschriebenen dorsalen Wurzel des Vagus (s. p. 612).

Auch ich fand abweichend von den Verhältnissen bei *Petromyzon* keine bedeutsameren Anastomosen mit dem Vagus oder einem anderen Gehirnnerven[2]). Darin erblicke ich gleichfalls ein primitives Verhalten der Myxinoiden.

1) Ob sich darunter auch von einer eventuellen ventralen Wurzel α'^{v} abgegebene motorische Zweige finden, kann erst nach Sicherstellung dieser Wurzel entschieden werden.

2) Ueber einige sehr feine, wohl hierher zu rechnende Anastomosen soll noch bei Besprechung des Vagus p. 626) berichtet werden.

Der N. vagus (resp. der vereinigte Glossopharyngeus und Vagus) entspringt mit einer wechselnden Anzahl von Wurzelbündeln — ich zählte bei verschiedenen Exemplaren von *Bdellostoma* und *Myxine* 1 bis 4[1]), wobei die Einzahl das häufigste Vorkommniss war — von der Medulla oblongata und geht in schräg longitudinalem Verlaufe nach hinten zur häutigen Schädelwand, die er in der gleichen Richtung, und zwar in der Regel in einer einzigen grösseren Oeffnung durchsetzt. Er kommt dabei direkt hinter der knorpeligen Labyrinthkapsel, also ventral resp. selbst zum Theil ventro-caudal von dem dorso-rostralwärts gewendeten 2. spino-occipitalen Nerven an der Aussenfläche des membranösen Kraniums zum Vorschein; das Ganglion dieses Nerven liegt dabei direkt über dem Vagus und kann, wie schon erwähnt, leicht den Anschein erwecken, als ob es zum Vagus gehöre, dessen kleinere dorsale Wurzel repräsentirend.

Ueber den centralen Ursprung des Vagus konnte ich nichts Näheres eruiren; der weitere Verlauf desselben lässt aber schliessen, dass seine Wurzelbündel von Anfang an gemischte und zwar — zufolge der hohen Ausbildung der Muskulatur des Kopfdarmes und vorderen Rumpfdarmes der Myxinoiden und dem Mangel eines Ram. lateralis — vorwiegend motorische sind.

Zweimal zeigte das vorderste Wurzelbündel des Vagus eine etwas grössere Selbstständigkeit gegenüber den hinteren resp. gegenüber der hinteren Hauptmasse des Vagus, trat auch durch etwas mehr Bindegewebe von dieser gesondert durch das gemeinsame Foramen, um dann in den überwiegenden Haupttheil des Ram. pharyngeus vagi (s. unten p. 625) überzugehen.

Nachdem der Vagus (Glossopharyngeo-Vagus) die Schädelwand durchsetzt hat, verläuft er in der schon von J. Müller genau beschriebenen Weise nach hinten, giebt zuerst und zwar sofort nach dem Austritte oder bereits während desselben einen Ram. pharyngeus für den praebranchialen Darmtractus, danach im Bereiche der Kiemensäcke Rami branchiales für dieselben ab, bildet hierauf im Bereiche des Constrictor cardiae einen Plexus cardiacus und verbindet sich schliesslich, bei *Bdellostoma* wie bei *Myxine*, mit dem der Gegenseite zu dem längs der Dorsalkante des Darmes bis zum Anus verlaufenden N. intestinalis impar. Einen R. lateralis fand ich ebenso wenig wie J. Müller und die Mehrzahl der anderen Untersucher; das stimmt auch mit den negativen Befunden Maurer's (1895 B. p. 33, 36), der weder bei *Bdellostoma* noch bei *Myxine* etwas an Hautsinnesorgane (Sinnesknospen) Erinnerndes nachweisen konnte. Der Vagus der Myxinoiden ist somit in der Hauptsache ein N. branchio-intestinalis; wie der entsprechende Theil des Vagus der Petromyzonten enthält er auch zahlreiche Ganglienzellen, über deren segmentale Anordnung schon Ransom and Thompson wie Price berichteten

1) Noch grösser ist die Anzahl der Wurzeln des Vagus bei Embryonen von *Bdellostoma*, wo Price, wie oben angegeben (p. 612), eine ganze horizontale Reihe von solchen beschreibt. Dieser Befund ist sehr bemerkenswerth und zeigt, dass die mehr oder minder einheitliche Gestaltung des Vagusursprungs der erwachsenen Myxinoiden kein primäres, sondern ein erst sekundär ausgebildetes Verhalten repräsentirt.

(s. p. 612). Sanders' Angabe, dass der Vagusstamm zwischen den dorsalen und ventralen Muskelmassen nach hinten verlaufe und sonach den Lateralnerven repräsentire (1894 p. 19), kann ich weder bestätigen, noch überhaupt verstehen.

Eine Aufgabe von besonderem Interesse bildet die Homologisirung des R. pharyngeus und der Rr. branchiales vagi mit den ihnen eventuell entsprechenden Nerven der Petromyzonten und Gnathostomen, und damit steht zugleich eine andere Frage in Verband, diejenige der metamerischen Identificirung der Kiemen der betreffenden Thiere,

Die erwachsenen Petromyzonten wie Heptanchus haben sieben sich nach aussen öffnende Kiemen, deren vorderste von dem N. glossopharyngeus, deren sechs hintere von den Rr. branchiales vagi versorgt werden; diejenigen von Heptanchus bilden weite und ziemlich nahe zusammengedrängte Spalten, die von *Petromyzon* sind, zufolge den zeitweilig parasitären Gewohnheiten dieses Thieres, mehr caudalwärts ausgezogen und ihre äusseren Ausmündungen zu ziemlich engen Oeffnungen verkleinert. Bei den Myxinoiden sind diese Kiemenöffnungen noch mehr verengert, öffnen sich auch zufolge der tiefer eindringenden parasitären Lebensweise dieser Thiere viel entfernter vom Kopfe als bei den Petromyzonten und finden sich zugleich bei den verschiedenen Species in der sehr wechselnden Anzahl von 1 (*Myxine*[1]), 6—7 (*Bdellostoma cirrhatum* mit den Varietäten hexatrema, heterotrema und heptatrema, *Bd. bürgeri*), 10 (*Bd. bischoffi*), 11—12 (*Bd. stouti*) bis 14 (*Bd. polytrema*[2]). Zählungen der vor der ersten Kiemenöffnung von *Bdellostoma* (resp. vor der ersten Kiementasche von *Myxine*) gelegenen (praebranchialen) und der vor der letzten Kiemenöffnung befindlichen (praebranchialen + branchialen) Myomeren des dorso-lateralen Seitenrumpfmuskels ergeben an dem mir zur Verfügung stehenden Materiale[3]) folgendes:

	Zahl der Kiementaschen.	Zahl der äusseren Kiemenöffnungen.	Praebranchiale Myomeren.	Praebranchiale und branchiale Myomeren.
Bdellostoma stouti.	12	12	17—19	29—31
Bd. bischoffi.	10	10	16—17	28—29
Myxine glutinosa.	6	1	19	27—28
Bd. bürgeri.	6	6	22—23	27—28
Bd. cirrhatum.	6	6	28	33

1) *Myxine* besitzt bekanntlich 6 Kiementaschen, deren äussere Ausmündungen sich sekundär zu einer Oeffnung vereinigt haben, welche der ursprünglichen letzten Kiemenöffnung entspricht.

2) Die systematische Scheidung der einzelnen Species von *Bdellostoma* lässt noch viel zu wünschen übrig. Ayers' *Bdellostoma dombeyi* (mit 6—14 Kiemenöffnungen) umfasst, wie Gill wahrscheinlich macht, mindestens zwei verschiedene Arten (die eine mit 6 bis 7, die andere mit 10 bis 14 Oeffnungen).

3) Ein *Bdellostoma polytrema* mit 14 Kiemenöffnungen stand mir leider nicht zu Gebote; die unter diesem Namen mir von den Herren Prof. Agassiz und Mark in Cambridge mitgetheilten Exemplare sind wahrscheinlich *Bd. bischoffi* (vergl. p. 614 Anm. 1).

während *Petromyzon* nur 2 praebranchiale und 13—15 praebranchiale + branchiale dorso-laterale Myomeren aufweist. Es liegt somit die erste Kiementasche der Myxinoiden um 14 bis 26, die letzte um 12 bis 20 Myomeren weiter hinten als die erstere und letzte der Petromyzonten.

Irgend ein durchgreifendes Punctum fixum ist hierbei auch nicht innerhalb der Myxinoiden aufzufinden. Die erste Kiementasche hat bei *Bd. stouti* und *bischoffi* eine annähernd gleiche metamerische Lage und weicht auch bei *Myxine* nicht erheblich von derselben ab; die beiden Arten mit 6 Kiemenöffnungen (*Bd. bürgeri* und *cirrhatum*) unterscheiden sich dagegen beträchtlich von den 3 erstgenannten und von einander. Bei *Bd. cirrhatum* liegt sie um 11—12 Myomeren weiter hinten als bei *Bd. bischoffi*, obwohl die Differenz in der Kiemenzahl nur 4 beträgt. Die Lage der letzten Kiemenöffnung ist minder variabel, indem die Extreme nur um 6 Myomeren differiren; immerhin ist auch hier die Abweichung der beiden hexanchen Arten von *Bdellostoma* (*bürgeri* und *cirrhatum*) eine sehr auffallende. Aus dem metamerischen Verhalten der Rumpfmuskel-Myomeren und der Kiemen an sich ist somit kein ausreichender Anhalt für die Beurtheilung und Vergleichung zu gewinnen.

Zur Erklärung dieser grossen Verschiedenheit der Lage kann an zwei resp. drei Möglichkeiten gedacht werden: entweder die Kiemen der Myxinoiden entsprechen zum grösseren oder geringeren Theile speciell denen der Petromyzonten und sind nur gegenüber den übrigen Theilen des Rumpfes weiter nach hinten verschoben[1]), oder sie sind den Kiemen der Petromyzonten nur homodynam, d. h. ihnen nicht direkt homologe, sondern mehr caudal gelegene Durchbrüche der respiratorischen Vorkammer, während die speciellen Homologa der Petromyzonten bei den Myxinoiden nicht mehr existiren, oder beide erwähnte Möglichkeiten haben sich kombinirt. Hierbei ist auch nicht minder mit der wechselnden Zahl der Kiementaschen und Kiemenöffnungen der Myxinoiden hinsichtlich ihrer Neubildungen und Rückbildungen zu rechnen und damit steht die Frage nach der ursprünglichen Kiemenzahl bei den Myxinoiden im Zusammenhange.

Direktere Aufschlüsse darüber sind von der Entwickelungsgeschichte des Kiemenapparates der Myxinoiden zu erwarten.

Das lange bestandene Desiderat nach der Ontogenie der Myxinoiden ist durch die oben (p. 609, 612 f.) erwähnten und theilweise rekapitulirten embryologischen Untersuchungen von Price an *Bdellostoma stouti* in erfreulichster Weise erfüllt worden. Price ist auch hinsichtlich der vorliegenden Fragen zu einem bestimmten Resultate gekommen, indem er sich für die zweite der oben angeführten Alternativen entscheidet. Seine Befunde sind ausserordentlich interessante und zum Theil überraschende, leiden aber an dem materiellen Mangel, dass zwischen seinem ältesten, dem ausgebildeten Zustande nahekommenden Stadium (*C*) und seinen beiden jüngeren

---

1) Das scheint auch J. Müller anzunehmen; wenigstens betont er bei Besprechung des Schlundskelettes der Myxinoiden, dass dasselbe nichts mit den Kiemen zu thun habe, dass dieselben weit nach hinten zurückgewichen seien (1834/35 p. 36).

(*A* und *B*) eine zu grosse, durch Beobachtungen nicht überbrückte Kluft existirt. PRICE findet bei dem Stadium *A* 13 noch nicht nach aussen durchgebrochene Kiemenspalten, von denen die drei ersten nicht einmal den Epiblast berühren; mindestens 6 von ihnen liegen vor dem ersten Spinalganglion. Die drei ersten stehen mit drei Epibranchialganglien des Facialis in Verband, weshalb er die erste mit der hyomandibularen Kiemenspalte der Gnathostomen vergleicht; von der zweiten ab ist denselben die Reihe der Epibranchialganglien des Vagus angelagert. Bei dem Stadium *B* existiren 12 Kiementaschen. Wie aus dem Verhalten der zugehörigen Aortenbogen erschlossen werden könne, entspricht die erste derselben der vierten des Stadiums *A*, somit sind diese Taschen als 4. bis 15. zu zählen. Bei dem Stadium *C* endlich sind 11 nach aussen geöffnete Kiemen vorhanden, welche nach Lage und Bau mit denen bei Erwachsenen übereinstimmen. Die erste von ihnen befindet sich in der Höhe des 19., die letzte in der des 29. Spinalganglions; PRICE vergleicht demnach die erste von ihnen (weil bei dem Stadium *A* 6 Kiementaschen vor dem 1. Spinalganglion sich fanden) einer 25. Kiementasche und zählt die elf Kiemen als 25. bis 35., wobei er annimmt, dass alle vorhergehenden sich wieder rückgebildet hätten. Die übersichtliche Zusammenstellung seiner Befunde und Deutungen ergiebt folgendes:

	Zahl der beobachteten Kiementaschen.	Lage derselben zu den Spinalganglien.	Nervenversorgung.	Zählung der Kiementaschen nach PRICE.
Stadium *A*	13	Die 6 ersten vor dem 1. Spinalganglion.	1—3 durch Facialis, 2—13 durch Vagus.	1—13
Stadium *B*	12	Die 3 ersten vor dem 1. Spinalganglion.	Vagus.	4—15
Stadium *C*	11	Die erste im Niveau des 19. Spinalganglion.	Vagus.	25—35

In der Beurtheilung der beiden Stadien *A* und *B* stimme ich PRICE in der Hauptsache gern bei. Die Rückbildung der drei ersten schon im Stadium *A* recht abortiven Kiementaschen bei dem Stadium *B* sowie die gleichzeitige Neubildung bei den hinteren (14, 15) scheint mir genügend gestützt; sehr bemerkenswerth ist das metamerische Verhalten der 6 ersten zu dem ersten Spinalganglion, wonach dieselben in ihrer kranialen, praespinalen Lage sehr primitive Beziehungen aufweisen. Bezüglich der Interkurrenz des Facialis und Vagus in der Versorgung der 2. und 3. Kiementasche möchte ich gern noch weitere Untersuchungen abwarten. Stadium *C* leitet sich möglicher Weise nach dem von PRICE angegebenen Modus von Stadium *B* ab; doch wird man auch hier zunächst noch den durch Zwischenstadien zu führenden Nachweis der wirklichen Rückbildung der 4. bis 24. und der wirklichen Neubildung der 25. bis 35. Kiementasche verlangen dürfen. Bis dahin kann auch an die andere Möglichkeit gedacht werden, welche, von einer so weitgehenden Reduktion und Neu-

formation absehend, einen mässigen Grad dieser beiden Processe acceptirt, im Uebrigen aber die beträchtliche caudale Lage durch die Annahme einer ausgedehnten Verschiebung des Kiemenapparates nach hinten zu erklären sucht.

Die definitive Entscheidung betreffs der aufgestellten Alternativen und der damit zusammenhängenden Fragen ist erst von der genauen ontogenetischen Untersuchung einer Reihe direkt an einander schliessender Entwickelungsstadien zu erwarten; dieselbe wird aber sehr sorgfältig darauf achten müssen, dass sie sich nicht durch Cänogenien täuschen lässt.

Einige Directiven kann aber auch schon die vergleichende Betrachtung gewisser Verhältnisse bei den erwachsenen Thieren geben. Dieselben betreffen insbesondere den Ductus oesophago-cutaneus, die branchialen Cerebralnerven und die ventralen Aeste der Spinalnerven im branchialen Gebiete.

J. Müller (1834/35. Taf. VII, 1842/45 p. 2) hat bekanntlich gefunden, dass der Ductus oesophago-cutaneus bei *Bdellostoma* in die letzte linke Kiemenöffnung und bei *Myxine* in die derselben topographisch entsprechende gemeinsame Kiemenöffnung einmündet. Dasselbe fand ich bei allen von mir darauf untersuchten recht zahlreichen Bdellostomen und Myxinen: stets war die Ausmündung dieses merkwürdigen Ganges die gleiche in das letzte Stigma externum des Kiemenapparates. Darauf hin hat man einiges Recht den Gang als eine constante Bildung bei den Myxinoiden zu betrachten und die unabänderlich mit ihm zusammenmündende letzte äussere Kiemenöffnung aller Bdellostomen und Myxinen mit einander zu homologisiren. Sie würde sonach ein relatives Fixum bilden und an die Hand geben, dass *Bd. polytrema* (mit 14), *Bd. stouti* (mit 11—12) und *Bd. bischoffi* (mit 10 Kiementaschen) sich durch ein Mehr von 8, 5—6 und 4 vorderen Kiemen von *Bd. bürgeri* und *cirrhatum* unterscheiden, dass somit — da auch eine Vermehrung der Kiemen in der Richtung nach vorn ein bisher unbekanntes Ding ist und jeder Begründung entbehren würde — unter den bekannten Arten von *Bdellostoma* die mit 14 Kiemen den Ausgang bildete und dass alle anderen, weniger Kiemen besitzenden Arten phylogenetisch von 14 Kiemen besitzenden Vorfahren ausgegangen und unter successiver Reduktion der vorderen Kiemen zu ihrer bleibenden Kiemenzahl gelangt sind. Dieser Folgerung (die allerdings einen Gang der Kiemenreduktion postulirt, welche mit der bei Gnathostomen üblichen nicht ganz übereinstimmt[1]), und damit den Myxinoiden eine besondere Stellung anweist) gewährt auch die oben (p. 621) mitgetheilte grössere Variabilität in der Lage der vordersten Kieme der Bdellostomen gegenüber der letzten einigen Untergrund. Dass gerade die Kiemenzahl 14 den Ausgang gebildet habe, liegt mir fern zu behaupten; es ist sehr möglich und selbst recht wahrscheinlich, dass *Bd. polytrema* Vorfahren besass, die noch mehr Kiemen

---

1) So sehr gross ist die Abweichung von den Gnathostomen indessen nicht, denn auch bei diesen sind successive Reduktionen gewisser vorderer Kiemen im Bereiche des mandibularen und hyoidealen Bogens bei Bestehen der hinteren Kiemen nachgewiesen. Aehnliches gilt auch für *Petromyzon* und *Amphioxus*. Uebrigens ist nicht zu vergessen, dass diese Rückbildung vorderer Kiemen bei *Bdellostoma* auch durch die Untersuchungen von Price, soweit dieselben die beiden ersten Stadien (*A* und *B*) betreffen, direkt ontogenetisch erwiesen ist.

hatten. Hier kann nur das bekannte Minimum (14), nicht aber das Maximum bestimmt werden. *Myxine* fügt sich den hexanchen Bdellostomen ein; dass ihre 6 Kiemen eine gemeinsame äussere Ausmündung gewonnen, beruht auf einem sekundären, lediglich die äusseren Kiemengänge betreffenden Prozesse. — Es wird somit eine successive Reduktion vorderer Kiemenspalten auch durch die vergleichend-anatomische Betrachtung gestützt; doch giebt dieselbe nur Kenntniss von einem mässigen Grade dieser Reduktionen. Da aber die letzte Kiemenöffnung mit dem Ductus oesophago-cutaneus ihre Lage zwischen dem 27. bis 33. Rumpfmuskel-Myomer wechselt, ist damit auch eine gewisse Verschiebungs-Amplitude des Kiemenkorbes gegenüber dem Rumpfe wahrscheinlich gemacht.

Von den branchialen Cerebralnerven versorgt bekanntlich der N. facialis die erste embryonale, später geschlossene Kiemenspalte von *Petromyzon* (Spritzloch, hyo-mandibulare Kiemenspalte der Gnathostomen), der N. glossopharyngeus die erste offene Kiemenspalte der Petromyzonten (hyo-branchiale Kiemenspalte der Gnathostomen), der N. vagus die 2. bis 7. offene Kiemenspalte der Petromyzonten (und heptanchen Gnathostomen); meines Wissens und Erachtens ist bisher gegen die Gegenbaur'sche Theorie, wonach hinter dieser letzten Spalte bei den Vorfahren der erwähnten heptanchen Wirbelthiere noch weitere auch vom N. vagus versorgten Kiemenspalten sich befunden haben mögen, noch kein überzeugender Gegenbeweis erbracht worden. Bei den ausgebildeten Myxinoiden werden sämmtliche Kiementaschen von Rr. branchiales des N. vagus versorgt; von N. facialis und glossopharyngeus innervirte existiren nicht mehr. Junge Embryonen von *Bdellostoma stouti* (Stadium *A*) zeigen nach Price eine Innervirung der ersten, später verschwindenden Kiementaschen durch den Facialis, während die Vagus-Versorgung mit der zweiten, später auch reduzirten Tasche beginnt und sich über alle folgenden ausbreitet. Man kann diese Angaben wohl auch so deuten, dass die zweite Tasche von dem Antheile des Vagus (Glossopharyngeus-Vagus) versorgt wird, welcher dem Glossopharyngeus entspricht, die dritte und die folgenden aber erst von dem Vagus s. str.[1]). Es zeigt aber zugleich die Untersuchung erwachsener Exemplare von *Bdellostoma bischoffi*, dass der hier recht ansehnliche R. pharyngeus vagi meistens den überwiegenden Haupttheil der Muskulatur und Schleimhaut des praebranchialen Pharynx versorgt und dann mit seinen letzten Endverzweigungen sich bis in die Nähe der 1. Kiementasche erstreckt; einmal war er auch kürzer und endete bereits am Anfange des letzten Drittels des praebranchialen Schlundes. Bei *Bdellostoma stouti* fand ich ihn kleiner und zugleich über die vordere Hälfte bis die vorderen zwei Drittel des praebranchialen Darmtraktus sich erstreckend. Somit einigermassen variable Verhältnisse, die Untersuchungen an einem reicheren Materiale — wobei namentlich auch *Bdellostoma polytrema*, das mir leider nicht zur

1) Bezüglich der ferneren Angabe von Price, dass der Facialis mit dem Vagus sich in die Versorgung der 2. und 3. Kiementasche theile, warte ich gern noch die ausführlichere Veröffentlichung dieses Autors ab, ehe ich mich darüber definitiv äussere. Wenn sie sich bestätigt, so handelt es sich hier wahrscheinlich um ein eigenthümliches Weitergreifen des Facialis; die von einigen Autoren vertretene Meinung, dass im hyoidealen Bereiche der Gnathostomen einstmals 2 oder mehr Visceralbogen existirten, erfährt dadurch keine Unterstützung.

Verfügung stand, zu berücksichtigen wäre — wünschenswerth machen; aber fast allenthalben die Versorgung des grösseren, theilweise selbst des ganz überwiegenden vorderen Abschnittes des vor den Kiemen liegenden Kopfdarmes durch den R. pharyngeus. Dieser Nerv besitzt aber zugleich gegenüber dem eigentlichen Vagusstamm eine grosse relative Selbstständigkeit, indem er durchgehends sich sofort nach dem Durchtritte durch die Schädelwand oder während dieses Durchtrittes vom Vagus abzweigt, ja selbst von einer vom übrigen Vagus abgesonderten vordersten Wurzel (cf. p. 619) zum überwiegenden Theile[1]) abstammen kann. Danach könnte man daran denken, ihn ganz oder zum grössten Theil mit dem N. glossopharyngeus zu identificiren und zugleich anzunehmen, dass die von ihm einstmals versorgte Kiementasche wohl verkümmert, aber von der ersten persistirenden Kiementasche der mit 10—14 Oeffnungen versehenen Bdellostoma-Arten nicht allzuweit entfernt war. Für die definitive Entscheidung dieser Frage genügt indessen unsere jetzige Kenntniss noch nicht; insbesondere ist die Deutung der betreffenden, einem Glossopharyngeus-Bogen eventuell zu homologisirenden Skelettelemente und der zu ihnen gehörenden Theile des Constrictor pharyngis durchaus noch Desiderat[2]). Soweit man aber z. Th. aus dem Verlaufe der Nerven Schlüsse ziehen kann, bin ich geneigt, den Ram. pharyngeus vagi als einen Nerven anzusehen, dessen Grundstock dem N. glossopharyngeus der höheren Wirbelthiere entspricht, dem sich aber auch eine mässige Anzahl von Vaguszweigen einstmals branchialer Natur angeschlossen hat. Ich stimme somit der Annahme eines Ausfalles vorderer Kiemen bei, glaube aber, dass die Zahl derselben erheblich kleiner ist als diejenige (23—24), zu welcher PRICE durch die Vergleichung seines Stadiums *C* mit den Stadien *A* und *B* gelangte.

Der Verlauf der ventralen Aeste der Spinalnerven im Kiemenbereiche scheint auf den ersten Blick der PRICE'schen Auffassung eine Stütze zu gewähren: die für den M. rectus bestimmten Zweige derselben gehen ohne irgend welche erheblichere Ablenkungen von der transversalen Richtung innerhalb ihrer Myomeren ventralwärts und gelangen im Kiemenbereiche der Bdellostomen zwischen den einzelnen äusseren Kiemenöffnungen und Kiemengängen zu den von ihnen versorgten einzelnen Myomeren des erwähnten Muskels. Bei den Gnathostomen und Petromyzonten verband sich dagegen mit der nachgewiesenen caudalwärts gehenden Verschiebung des Kiemenapparates ein denselben hinten umkreisender Bogen der zu der ventralen resp. hypobranchialen Muskulatur gehenden Nerven (Plexus s. Ramus cervicalis). Bei den Myxinoiden scheint der beschriebene transversale Verlauf zwischen den

1) Die Detailverhältnisse können hier nicht behandelt werden.

2) Bekanntlich besitzen die Myxinoiden eine hinterste Schlundspange, welche — wenn einmal die hier befindlichen Gebilde durchaus mit Visceralbogen verglichen werden müssen — in ihrer Lage etwas an den 1. Kiemenbogen (Glossopharyngeus-Bogen) erinnert und demselben auch von W. K. PARKER (1883 p. 384) identificirt worden ist. J. MÜLLER (1834/35 p. 36) schliesst jeden Vergleich dieser Spange („hinterer Schlundknorpelriemen") mit Kiemenbogenbildungen aus; P. FÜRBRINGER (1875 p. 7f.) scheint sie zum Hyoid zu rechnen. Die auf dieser Spange locker aufliegenden Muskelfasern (vordere Abtheilung des Constrictor pharyngis) werden von dem ersten Seitenzweige des Ram. pharyngeus vagi innervirt. Weitere Untersuchungen zur Begründung dieser eventuellen Homologien sind durchaus nöthig.

äusseren Kiemengängen und ihren cutanen Ausmündungen die Annahme einer Verschiebung der Kiemen nach hinten auszuschliessen. Weitere Ueberlegung und Untersuchung der zu beobachtenden Verhältnisse giebt indessen an die Hand, eine ursprüngliche Selbstständigkeit des Kiemenapparates gegenüber der Rumpfwand zu statuiren, welche die Myxinoiden von den bisher behandelten Vertebraten (Gnathostomen und Petromyzonten) entfernt, zugleich aber ein Verhalten offenbart, welches etwas an die bei *Amphioxus* sich findende Beziehung des Kiemenkorbes zu der Rumpfwand erinnert. Nach dieser Anschauung, welche auch das sonst schwer verständliche abweichende Verhalten von *Myxine* (Zusammenmünden aller Kiemengänge in einer hintersten äusseren Oeffnung bei unverändertem metamerischen Verlauf der Spinalnerven) genügend erklärt, würden die Kiemen der Myxinoiden ursprünglich in einen der peribranchialen Höhle des *Amphioxus* homologen Raum eingemündet sein und würden erst später, nachdem die relativen metamerischen Verhältnisse der Rumpfmuskel-Myomeren und der Branchiomeren eine gewisse Fixirung erreicht hatten, den peripherischen Anschluss an die Haut gewonnen haben. Dabei spielte ihr sekundär erworbener Parasitismus auch eine gewisse Rolle, auf die indessen hier nicht weiter eingegangen werden kann.

Mit der nöthigen Vorsicht und Reserve kann somit gesagt werden, dass die vergleichende Betrachtung des Ductus oesophago-cutaneus, der cerebralen Branchialnerven und der ventralen Spinalnerven im Kiemenbereiche erlaubt anzunehmen, 1) dass bei den Myxinoiden die Verkümmerung einer mässigen Anzahl vorderer Kiemen mit dem Hinterrücken des ganzen Kiemenapparates sich verband, um das im ausgebildeten Zustande zu beobachtende Verhalten in der Lage und Zahl der Kiemen herbeizuführen, 2) dass die ursprüngliche Anzahl der Kiemen sehr wahrscheinlich mehr als 14—16[1]), aber innerhalb einer mässigen Grenze, betrug, 3) dass der Kiemenapparat in seiner primitiven Gestaltung von der Rumpfwand unabhängig war und wohl in einen praebranchialen von der Rumpfwand umschlossenen Raum einmündete. Weitere vergleichend-anatomische und ontogenetische Untersuchungen werden zu prüfen haben, was von diesen Schlüssen sich lebensfähig erweisen mag. —

Nach Anastomosen der Spinalnerven mit dem Vagus habe ich wiederholt, in der Hauptsache aber erfolglos gesucht. Doch fand ich zweimal bei *Bdellostoma bischoffi* im Kiemenbereiche einen feinen Nervenfaden, der sich in caudalwärts gehender Richtung dem Vagusstamme anschloss, das eine Mal einfach, das andere Mal mit doppelten Anfängen (Wurzeln) begann; derselbe war aber (zufolge der Konservation des Thieres in Müller'scher Lösung mit nachfolgender Alkohol-Behandlung) bei seiner Feinheit so brüchig, dass es mir nicht gelang, ihn bis zu Spinalnerven zurückzuverfolgen; ich muss sonach erst noch weiteres Material abwarten, um diese Lücke auszufüllen. Jedenfalls sind aber diese Anastomosen, die

1) Die Minimalzahl 14 entspricht den wirklich beobachteten Verhältnissen bei *Bdellostoma stouti*, wo mindestens 12 Kiementaschen vom Vagus versorgt werden, daher noch wenigstens 2 einstmals vor ihnen sich befunden haben, welche vom Glossopharyngeus und Facialis innervirt wurden. Wenn, wie es wahrscheinlich ist, *Bd. polytrema* eine Versorgung seiner 14 Kiemen vom Vagus aufweist, so wächst diese Minimalzahl auf 16.

sich bei weiteren Untersuchungen noch vermehren dürften, so vereinzelt und geringfügig, dass mit ihnen als beständigen und bedeutsamen sympathischen Verstärkungen des Vagus fürs Erste nicht gerechnet werden kann.

Der genauen Beschreibung der Seitenrumpfmuskulatur von J. Müller habe ich nur wenig hinzuzufügen.

Dieselbe besteht aus einer in Myomeren gesonderten Längsmuskulatur, welche sich in eine mächtige dorso-laterale (dorso-lateraler Rumpfmuskel) und eine schwächere ventrale (Rectus) Abtheilung sondert und durch longitudinalen Verlauf ihrer Muskelfasern gekennzeichnet ist, und einen oberflächlichen, aus descendenten Fasern bestehenden und nicht in Myomeren zertheilten Obliquus externus.

Zwischen der dorso-lateralen und der ventralen Abtheilung der Längsmuskulatur treten im Kiemenbereiche die nach aussen mündenden Kiemengänge hindurch; die erstere ist somit zugleich eine epibranchiale, die letztere eine hypobranchiale Muskulatur. Ueber die Zahl der praebranchialen und branchialen dorsolateralen Myomeren wurde bereits oben (p. 620) berichtet. Im branchialen Bereiche besteht zugleich eine geringgradige, aber nicht allenthalben vorhandene Dysmetamerie zwischen den epibranchialen und hypobranchialen Myomeren, sowie auch eine mässige Dysmetamerie zwischen den Myomeren und Branchiomeren, wie aus folgender Tabelle hervorgeht:

	Kiemen.	Epibranchiale Myomeren.	Hypobranchiale Myomeren.
Bdellostoma stouti	12	12—13	$11^1/_2$
Bd. bischoffi	10	11—12	10—11
Myxine glutinosa	6 (1)	8—9	7—8
Bd. bürgeri	6	5	5
Bd. cirrhatum	6	$5^1/_2$	5

Entsprechend der asymmetrischen Beschaffenheit der Spinalnerven zeigt auch die Längsmuskulatur in ihrem dorso-lateralen wie ventralen Bereiche eine gewisse Asymmetrie, welche im ventralen Bereiche und bei Myxine mehr ausgeprägt ist als im dorsalen und bei *Bdellostoma*, bei letzterer Gattung sich überhaupt nicht allenthalben findet[1]).

Das vordere Ende des dorso-lateralen Längsmuskels läuft in einen kürzeren dorsalen (supraorbitalen) und einen längeren lateralen (infraorbitalen) Zipfel aus, von denen der erste über dem Auge, mit dessen vorderem Rande abschliessend und den

1) Der Rectus von *Myxine* zeigt eine ausgebildete Asymmetrie, während dieselbe bei *Bdellostoma* entweder nicht oder nur in ihren Anfängen beobachtet wird.

N. trigeminus deckend, an der Schädeldecke endet, der letztere aber in grosser Länge als dreieckiges, dem facialen Myomer der Petromyzonten (p. 602) vergleichbares Fascikel fast bis zum Rande der Mundöffnung verläuft und hier mit dünner Sehne hinter dem dritten Tentakel endet. Zugleich ist der Muskel in seinem dorsalen Bereiche recht fest mit der hinteren Circumferenz der rudimentären häutigen Orbita verbunden (Retractor orbitae). Man kann an diesem Anfangstheil des Muskels zwei auf einander folgende, aber recht unvollkommen gesonderte Myomeren unterscheiden, welche, wie schon oben (p. 618) angegeben, von zwei Aesten des 2. spino-occipitalen Nerven (β') versorgt werden und in der Art des Verlaufes ihrer Nerven zeigen, dass sie sekundär nach vorn sich ausgedehnt haben; auch wurde schon dort die Frage aufgeworfen, ob sie ursprünglich oder erst sekundär gesonderte Myomeren repräsentiren. Das 1. Myomer ist im supraorbitalen Bereiche etwas reducirt (bei den verschiedenen Arten in verschiedenem Grade), fehlt im orbitalen und bildet im infraorbitalen die Hauptausbreitung des facialen Muskelzuges. Das 2. Myomer ist vollständig und vom dorsalen bis zum lateralen Bereiche ungetrennt; im postorbitalen Bereiche gehört ihm der Retractor orbitae, im infraorbitalen der kürzere hintere, vom vorderen nur durch ein defektes Myoseptum gesonderte Theil des facialen Zuges an[1]). — Der ventrale Längsmuskel (Rectus) endet früher als der dorso-laterale, und zwar, wie bereits J. Müller angegeben, an der Grenze des knorpeligen und verkalkten Theiles des sogenannten Hyoides; sein vorderstes Myomer wird von einem Zweige des zweiten Spinalnerven (δ') versorgt.

Der Obliquus externus bildet eine oberflächlich auf dem lateralen und ventralen Bereiche des Längsmuskels aufliegende Muskelausbreitung von descendentem Verlaufe, welche in interessanter, schon von J. Müller beschriebener Weise mit der der Gegenseite sich kreuzt und dabei im Kiemenbereiche mit oberflächlichen gekreuzten Fasern weit in das antimere Gebiet übertritt. Im Kiemenbereiche wird der Obliquus externus zugleich von den äusseren Kiemengängen durchbohrt. Vorn beginnt er, wie auch J. Müller bereits angiebt, hinter dem Bereiche des dritten Tentakels und deckt zugleich den unteren Saum des Tentacularis posterior wie die Hauptausdehnung des facialen Muskelzuges.

Von den beschriebenen Muskeln ist der Längsmuskel allein dem Seitenrumpfmuskel der Petromyzonten vergleichbar; er enthält zugleich in seiner lateralen Abtheilung ungesonderte Elemente der epibranchialen, in seiner ventralen solche der hypobranchialen spinalen Muskulatur der Selachier und Gnathostomen überhaupt. Speciellere Homologisirungen verbieten sich wie bei den Petromyzonten durch die nicht allein sehr primitive, sondern auch differente Wege gehende Ausbildung des bezüglichen Muskelsystems der Myxinoiden. Auch die ganz allgemeine Vergleichung des vordersten Theiles des Rectus mit dem Coraco-hyoideus der Selachier ist mit Vorsicht zu geben. Der Obliquus externus bildet eine besondere

1) Dorsal von dem facialen Muskelzuge findet sich der M. tentacularis posterior (P. Fürbringer), welcher nach diesem Autor von dem 1. Spinalnerven innervirt werden soll. Ich finde eine Versorgung desselben durch den Trigeminus.

höhere Differenzirung der Myxinoiden, welche den Petromyzonten durchaus abgeht; diese Differenzirung documentirt sich vornehmlich in dem Mangel der Myosepten, welche ursprünglich wohl seine Myomeren getrennt haben mögen, und in dem eigenthümlichen Uebergreifen der Fasern auf die andere Seite. Wie weit er den Obliquus-Bildungen der Gnathostomen vergleichbar sei, kann erst nach genauerer Kenntniss seiner Entstehung aus der ursprünglichen Längsmuskulatur entschieden werden. — Auch histologisch stehen die aus bereits gesonderten Muskelfasern zusammengesetzten Muskeln der Myxinoiden höher als diejenigen der Petromyzonten, bei denen der Seitenrumpfmuskel noch von zusammenhängenden Muskelplatten (Muskelbändern) aufgebaut ist; bereits Grenacher, Schneider und Maurer haben dieses Verhalten hervorgehoben. Doch kann diese Beziehung nicht als ausschlaggebend für die Entscheidung der höheren oder tieferen Stellung der Myxinoiden überhaupt angesehen werden, da man nach Maurer (1894 p. 613) in der Verschiedenheit des Baues der Muskelfasern bei den Wirbelthieren lediglich durch die Intensität der Leistung bedingte Unterschiede zu erblicken hat. Bei den Myxinoiden hängt aber diese Leistungsintensität mit ihrer erst sekundär entwickelten, eigenthümlichen Lebensweise zusammen.

Nach Rudimenten von Augenmuskeln habe ich ebenso vergeblich wie die früheren Autoren gesucht.

Die Vergleichung der spino-occipitalen und spinalen Nerven der Myxinoiden mit denen der Petromyzonten ergiebt ein Gemisch von höherer Differenzirung und primitiverem Verhalten bei den ersteren.

Eine höhere Ausbildung bekundet sich, wie schon Schneider (1879 p. 82) hervorhebt, in der Vereinigung der ventralen und dorsalen Wurzeln zu gemischten Stämmen, während bei den Petromyzonten ventrale und dorsale Nerven noch unverbunden verlaufen (p. 584, 596). In dieser Hinsicht schliessen sich die Myxinoiden den Gnathostomen an, und wahrscheinlich steht dieses Verhalten zu der oben besprochenen höheren Ausbildung der Rumpfmuskulatur in Correlation, ist somit wie diese nicht als entscheidendes Kriterium für eine höhere systematische Stellung überhaupt anzusehen.

Alle anderen Merkmale geben die betreffenden Nerven der Myxinoiden als die primitiver gebildeten zu erkennen. Die ventralen Wurzeln bestehen aus zwei oder mehr, getrennt durch die Rückenmarkshülle durchtretenden Wurzelbündeln und zeigen damit, wie schon Ransom and Thompson mit gutem Recht hervorgehoben haben, eine Tendenz zu *Amphioxus* resp. eine Mittelstellung zwischen *Petromyzon* und *Amphioxus*: bei Ersterem findet sich nicht selten eine Theilung der ventralen Spinalnerven im peripherischen Verlaufe (p. 596), bei Letzterem ist der gesonderte Austritt sehr zahlreicher motorischer Fasern Regel. Die dorsalen Wurzeln sind insbesondere bei den spino-occipitalen Nerven gut und zum Theil selbst etwas besser als die ventralen ausgebildet, während sie bei *Petromyzon* gegen diese sehr zurück-

treten, bei den Selachiern an allen oder wenigstens den meisten occipitalen Nerven gänzlich fehlen.

Ein noch bedeutsameres Kennzeichnen der primitiveren Stellung der Myxinoiden gewähren aber die metamerischen Beziehungen ihrer ersten (spino-occipitalen) Nerven. Während die ersten spino-occipitalen Nerven bei *Petromyzon* erst nach einem bemerkbaren Zwischenraum auf den Vagus folgen, bei den Haien aber nur in Folge von sekundärer Vorwanderung mit ihren allein noch erhaltenen ventralen Wurzeln sich unter den Vagus eingeschoben haben, aber bei beiden Abtheilungen stets hinter der Labyrinthregion durch den Schädel durchtreten, zeigt der erste spino-occipitale Nerv von *Bdellostoma* einen weit vor dem Vagus stattfindenden Ursprung vom Gehirn und einen Durchtritt durch das häutige Kranium in der Höhe des Acusticus posterior, während der zweite direkt an den Vagus anschliessend vom centralen Nervensystem abgeht und die Schädelwand durchsetzt, um zufolge seiner queren und selbst ein wenig nach vorn gewandten Verlaufsrichtung rostral von dem Niveau des Vagusaustrittes an der Aussenfläche des Schädels zum Vorschein zu kommen und mit dem ersten spino-occipitalen Nerven über die Dorsalfläche der Labyrinthkapsel peripherwärts weiter zu ziehen.

Der Versuch einer Erklärung dieses abweichenden Verhaltens der Myxinoiden hat zwischen zwei Möglichkeiten zu wählen: entweder sind die beiden spino-occipitalen Nerven der Myxinoiden in noch viel höherem Grade als bei den Haien und den anderen Gnathostomen nach vorn gerückt und den spino-occipitalen Nerven der Petromyzonten direkt vergleichbar oder sie repräsentiren vordere (rostrale) Nerven von spinalartigem Typus, welche den Petromyzonten aber abgehen. Für die in den beiden vorhergehenden Abschnitten behandelte und im Detail nachgewiesene Vorwanderung spinaler Nerven bei den Gnathostomen konnte eine kausale Begründung für dieselbe gegeben werden. Hier, bei den Myxinoiden, suche ich vergeblich nach einer solchen; auch dürfte es an sich sehr wenig wahrscheinlich sein, dass die Myxinoiden eine derartige, alle bisher beobachteten in so hohem Grade übertreffende Vorwanderung zeigen sollten, während die Petromyzonten kaum etwas davon erkennen lassen. Es bleibt daher nur die zweite Alternative, welche, von jeder ausgedehnteren Vorwanderung absehend, die beiden ersten spino-occipitalen Nerven der Myxinoiden als in ihrer ursprünglichen natürlichen Lage befindlich beurtheilt und damit in ihnen Nerven nach spinalartigem Typus erblickt, welche den Petromyzonten fehlen. Dagegen würden die beiden ersten spinalen Nerven der Myxinoiden (γ', δ') den beiden ersten spino-occipitalen Nerven der Petromyzonten (α, β) zu vergleichen sein, somit, auf Grund der früheren Ausführungen (p. 605), ungefähr *t* und *u* entsprechen. Die beiden spino-occipitalen Nerven der Myxinoiden (α', β') wären aber danach als *r* und *s* zu deuten, wobei — angesichts der schon bei den Petromyzonten hervorgehobenen metamerischen Veränderlichkeit (p. 605) — eine Variationsbreite von einem bis zu einigen wenigen Nerven anzunehmen ist.

Die spino-occipitalen Nerven der Myxinoiden deute ich sonach als Relikte aus früherer Zeit, wo auch im Bereiche des Gehirns und des Schädels sich Nerven

fanden, welche in allem Wesentlichen den spinalen Nerven des Rückenmarks glichen. Diese Auffassung zeigt manche Verwandtschaft mit den Anschauungen v. Kupffer's, zu denen dieser Autor durch die embryologische Untersuchung des Nervensystems von *Petromyzon* gelangte; Ontogenie und vergleichende Anatomie ergänzen sich somit hier in willkommener Weise. Des Weiteren wird über diese Frage noch nach genauerer Kenntnissnahme der Verhältnisse bei *Amphioxus* zu handeln sein. Zu diesem wende ich mich jetzt.

C. Acrania.

Amphioxus entbehrt bekanntlich eines gegen die Wirbelsäule abgesetzten Kraniums; dementsprechend kann hier a priori von spino-occipitalen Nerven keine Rede sein. Aber auch die Grenzbestimmung zwischen Gehirn und Rückenmark, zwischen cerebralen und spinalen Nerven unterliegt bei der wenig hervortretenden Differenzirung beider Komponenten grossen Schwierigkeiten und wurde daher auch von den verschiedenen darüber handelnden Autoren in wenig übereinstimmender Weise ausgeführt.

Die bezügliche Litteratur ist eine reiche; seit seiner Entdeckung hat *Amphioxus* wiederholt mehr oder minder genaue Bearbeitungen gefunden, in denen sein Nervensystem, seine Muskulatur und seine sonstigen hier zu besprechenden Verhältnisse besondere Berücksichtigung fanden. Von den darüber handelnden Autoren seien Rathke (1841), Goodsir (1841 resp. 1844), J. Müller (1842), Kölliker (1843), de Quatrefages (1845), Leuckart und Pagenstecher (1858), Marcusen (1864), Bert (1867), Kowalevsky (1867), Owsjannikow (1867 resp. 1868), Moreau (1870), Reichert (1870), Huxley (1871, 1874 resp. 1875), Stieda (1873), W. Müller (1873, 1875), R. Lankester (1875, 1889), Langerhans (1876), Rolph (1876), Hasse (1876), Balfour (1876, 1880), Nüsslin (1877), Schneider (1879, 1880), Rice (1880), Rohon (1881), Hatschek (1881—1893), Steiner (1886), van Wijhe (1886—1894), Nansen (1887), Gegenbaur (1887 A.), Rohde (1888), W. Krause (1888 A. und B.), Fusari (1889), Ayers (1890), Spengel (1890), Boveri (1890—1892), Weiss (1890), Semon (1890, 1891), Kohl (1890), Retzius (1891), Willey (1891, 1894), v. Kupffer (1893), Kirkaldy (1895) und Haeckel (1895) erwähnt[1]; insbesondere an die Arbeiten von Schneider, Rohon, Rohde, Hatschek und van Wijhe knüpfen sich die grössten Fortschritte in den hier behandelten Gebieten.

Das peripherische Nervensystem des *Amphioxus* besteht in der grössten Ausdehnung des Körpers aus metamerisch angeordneten Nerven, welche in der Regel alternirend von dem dorsolateralen und ventro-lateralen Bereiche des Centralnervensystems abgehen und den dorsalen und ventralen Wurzeln der Spinalnerven der Kranioten verglichen werden können; wie bei den Petromyzonten treten dieselben aber in keinen Verband mit einander, repräsentiren somit selbstständige dorsale und ventrale Nerven (Spinalnerven). Wenn ich recht verstehe, rechnen die meisten Autoren

1) Die neueste Arbeit über das Nervensystem des *Amphioxus* von S. Sigorski (Arb. d. naturf. Gesellsch. zu Kasan XXVIII p. 3—17 1895) war mir, da russisch geschrieben, nicht zugänglich.

incl. HATSCHEK in seiner diesbezüglichen ersten Mittheilung (1892) dieselben derartig zusammen, dass sie je einen ventralen Nerven dem dazu gehörigen dorsalen vorausgehen lassen; ROHDE (1888 B. p. 201) und HATSCHEK (in seiner zweiten Mittheilung 1893) lassen dagegen den ventralen auf den zugehörigen dorsalen folgen. — Die Anzahl dieser zusammengehörigen dorsalen und ventralen Nerven entspricht der Zahl der wohlentwickelten Myomeren des Körpers, beträgt somit (auf Grund der von WILLEY 1894 p. 41, KIRKALDY 1895 p. 303—323 und HAECKEL 1895 p. 214 gegebenen Zusammenstellungen der Myomerenzahlen der verschiedenen Species von *Amphioxus*):

Paramphioxus (*Heteropleuron*) *cultellus*:	50—56, meist 52 (K); 52—55 (W); 50—52 (H).
Amphioxus lanceolatus[1]):	58—62, meist 60 (K); 59—61 (W); 60—62 (H).
Amphioxus caribaeus:	59—61, meist 60 (K); 58 (W); 58—60 (H).
Paramphioxus (*Heteropleuron*) *cingalensis*:	61—64 (K); 62—64 (H).
Amphioxus prototypus:	63—65 (H).
Amphioxus belcheri:	63—65 (K); 65 (W); 64—65 (H).
Paramphioxus (*Asymmetron*) *lucayanus*:	63—69, meist 65—66 (K); 66 (W) 66—67 (H).
Amphioxus pelagicus:	67 (K. nach GÜNTHER und LANKESTER).
Amphioxus californiensis:	69—73, meist 71 (K); 69 (W); 65—73 (H).
Paramphioxus (*Heteropleuron*) *bassanus*:	70—78, meist 75 (K); 75 (W); 75—78 (H).
Amphioxus (?) *elongatus* (= *californiensis*?):	79 (K. und W. nach SUNDEVALL), 65—73 (H).

Abweichend verhält sich das vordere und hintere, der Myomeren entbehrende Körperende (bei *Amphioxus lanceolatus* und wohl auch den anderen Arten): hier fehlen die ventralen Nerven (Wurzeln) und nur die dorsalen sind vorhanden, vorn in der Zahl von 2 paarigen Nerven und mit specifischen Besonderheiten, hinten, wie ROHDE (p. 201) angiebt, als 1 paariger sensibler (der 64.) Nerv. Zu den vorderen paarigen kommt noch ein unpaarer asymmetrischer Riechnerv hinzu.

Die beiden ersten paarigen Nerven (welche durch Sonderung des zweiten auch in dreifacher Anzahl vorkommen können[2])), entsprechen dorsalen Nerven; mit dem N. olfactorius sind sie den auf sie folgenden, dorsale und ventrale Elemente enthaltenden „Spinalnerven" von vielen Autoren als „Gehirnnerven" gegenüber gestellt worden. Diese Unterscheidung und Bezeichnung hat einen sehr mässigen Werth und verdient nicht beibehalten zu werden, da den Hirnnerven entsprechende Elemente auch in den folgenden „Spinalnerven" nachgewiesen worden sind. Ich benenne sie mit den neueren Untersuchern als ersten und zweiten paarigen Nerven und verbinde ihre Besprechung gleich mit derjenigen des Olfactorius, um danach erst über die bisherige Kenntniss bezüglich der dorsalen und ventralen Nerven, deren erster sonach in der Reihe als dritter Nerv etc. figurirt, zu berichten.

1. Nervus olfactorius und zwei erste paarige dorsale Nerven (sog. Gehirnnerven). Der von LANGERHANS (1876 p. 297) entdeckte Nervus olfactorius[3]) entspringt zwischen dem ersten und dem zweiten paarigen Nerven von der linken Seite der Dorsalfläche des Gehirns und setzt sich nach kurzem Verlaufe an die hintere Wand der Riechgrube resp. des Neuroporus anterior an[4]). Ursprünglich liegt dieser Porus in der Mittellinie, rückt aber mit der Entwickelung der dorsalen Kopfflosse nach links (HATSCHEK 1884 p. 517), womit die asymmetrische Ausbildung des N. olfactorius Hand in Hand geht.

---

1) ROHDE (1888 B. Taf. XVI Fig. 27a) giebt bei *Amphioxus lanceolatus* 64 dorsale Nerven in toto, somit 62—61 nach Abzug der 2—3 ersten Nerven („Gehirnnerven" d. Aut.) an, LANKESTER (1889 p. 365 f.) zählt als Regel 61 Myomeren, seltener 59 oder 62.

2) Dieser verdoppelte zweite Nerv ist jedoch immer einem Nerven morphologisch gleichzusetzen. Man wird sonach immer nur zwei erste paarige Nerven zählen.

3) Bulbus olfactorius von LANGERHANS, Lobus olfactorius von ROHON. VAN WIJHE (1886 B. p. 680) bezweifelt seine Natur als Riechnerv, weil dieser sich erst nach dem Akranier-Stadium entwickelt habe.

4) Die Riechgrube wurde bekanntlich von KÖLLIKER (1843 p. 23) entdeckt und zugleich als solche gedeutet. Später wies KOWALEVSKY (1867 p. 7) die Identität dieser trichterförmigen Grube mit dem bei den Larven offenen

Die beiden ersten paarigen dorsalen Nerven gehen symmetrisch vor und hinter dem Olfactorius vom centralen Nervensystem ab, der erste in mehr ventraler, der zweite in mehr dorsaler Lage. Der schwächere und rein sensible erste Nerv[1]), der wahrscheinlich schon von GOODSIR (1841) gefunden, danach von J. MÜLLER (1842 resp. 1844) und DE QUATREFAGES (1845) übersehen und erst wieder von OWSJANNIKOW (1867 Fig. 1) sicher bestätigt wurde, entsteht von dem vorderen Ende des Gehirns und geht danach, der Chorda dicht aufliegend und an der Innenwand des ersten rudimentären Myotomes (VAN WIJHE 1894 p. 112) nach vorn, um den Anfang des Rostrums zu versorgen; HATSCHEK (1892 p. 142) deutet ihn als verschmolzenen Ram. lateralis dorsalis + ventralis, wozu wohl auch ein Ram. cutaneus dorsalis hinzukommt; auch VAN WIJHE stimmt der Vereinigung aus dorsalen und ventralen Aesten bei. Ein partielles Uebergreifen des linken Nerven auf die rechte Seite bildet NÜSSLIN (1877 Fig. 2 und 5) ab. Der allen Untersuchern bekannte kräftige und gemischte Fasern enthaltende zweite Nerv[2]) besteht nach HATSCHEK (1892 p. 144) aus zwei oft bis zur Wurzel gesonderten Portionen, einer vorderen, welche einen starken Ram. lateralis dorsalis und ventralis abgiebt und den übrigen Theil des Rostrums innervirt, und einer hinteren, welche sich in zwei Ram. cutanei dorsales, einen R. cutaneus ventralis und einen Ram. visceralis theilt, von denen der letztere bereits zur Innervirung der Mundmuskeln beiträgt. Er verläuft nach VAN WIJHE (1893 p. 160, 1894 p. 112) zwischen dem ersten rudimentären und dem darauf folgenden gut entwickelten Myotom, der Aussenfläche des ersteren anliegend, und beschränkt sich nach VAN WIJHE auf die sensible Versorgung des Rostrums. Seine Zweige werden von QUATREFAGES (1845 p. 220 Pl. XI) als 4 gesonderte Nerven (2 bis 5) beschrieben. Die mehr oder minder tiefgreifende Sonderung der vorderen und hinteren Portion, unter Umständen in zwei selbstständig vom Gehirn abgehende Nerven, heben ausser HATSCHEK auch NÜSSLIN (1877 Fig. 12), SCHNEIDER (1879 Taf. XI Fig. 1), ROHON (1881 p. 10 Taf. IV Fig. 34) und VAN WIJHE (1893 p. 160) hervor; ROHON bezeichnet die hintere Portion als dritten Nerven. Derselbe Autor beschreibt auch ein Uebergreifen des linken zweiten Nerven auf die rechte Körperseite. — Ein besonderes Kennzeichen dieser 2 ersten Nerven gegenüber den folgenden ist die Existenz kleiner ovaler, theils an den Theilungsstellen, theils an den peripherischen Enden der Nervenfasern befindlicher Körper, welche von QUATREFAGES (1845 p. 228) entdeckt und von der Mehrzahl der späteren Autoren bestätigt werden konnten. QUATREFAGES benennt sie Organes ovoïdes und denkt an schleimbereitende Organe (probablement organes mucipares), OWSJANNIKOW (1867 p. 442), REICHERT (1870 p. 756), KRAUSE (1888 B. p. 143) und FUSARI (1889 p. 137) deuten sie als Terminalkörperchen resp. Endkolben, LEUCKART und PAGENSTECHER (1858 p. 562), STIEDA (1873 p. 50), ROLPH (1876 p. 108), LANGERHANS (1876 p. 299), NÜSSLIN (1877 p. 29), ROHON (1881 p. 12) und HATSCHEK (1881 p. 142) als peripherische Ganglienzellen, MARCUSEN (1864) als Nervenkerne.

Ein Nervus (Tractus) opticus fehlt *Amphioxus*[3]).

Neuroporus nach und HATSCHEK (1884 p. 517) glaubte die offene Kommunikation desselben mit dem Gehirnventrikel auch bei Erwachsenen gefunden zu haben, um aber später (1893 p. 139) im Einklange mit KRAUSE (1888 B. p. 138) und v. KUPFFER (1893 p. 74) den postembryonalen Abschluss derselben gegen den Gehirnhohlraum richtig anzugeben. KOHL (1890 p. 184, 185) unterscheidet zwischen vorderer Riechgrube und dahinter gelegenem Neuroporus und glaubt auch auf der rechten Seite ein Rudiment der Riechgrube gefunden zu haben; er ist mit seinen Befunden und Anschauungen allein geblieben. Die Deutung als Riechgrube wird von SCHNEIDER (1879 p. 14) und KRAUSE (1888 A. p. 48) bezweifelt; beide Autoren erblicken in dem betreffenden Neuroporus ein Homologon der Glandula pinealis resp. des Recessus suprapinealis. Endlich betonen GÖTTE (1875 p. 317f., 1883 p. 344f.) und HATSCHEK (1884 p. 517, 1892 p. 139) die Beziehungen der Riechgrube und des Neuroporus zur Hypophysis und geben für diese die richtigeren Wege wandelnde Homologisirung die nähere Begründung.

1) v. KUPFFER (1893 B. p. 553) fasst ihn als sensibeln ventralen, einer besonderen Kategorie angehörigen Nerven auf.

2) Von RICE (1880) als erster Spinalnerv angeführt.

3) An die Frage der Existenz des Opticus und des Auges bei *Amphioxus* hat sich eine reiche Literatur angeschlossen, auf die indessen hier nicht eingegangen werden kann. Kurz sei angeführt, dass die meisten Autoren

2. Die folgenden dorsalen Nerven (No. 3—64). Die aus gemischten Fasern bestehenden dorsalen „Spinalnerven" waren schon den frühesten Untersuchern des *Amphioxus* von Rathke (1841) an bekannt; ihre genauere Kenntniss wurde indessen erst nach und nach gewonnen und ist auch zur Zeit noch nicht eine in jeder Hinsicht gesicherte und allgemein angenommene. Die Stärke dieser Nerven wird von Rohon (1881 p. 9) vom ersten bis zum letzten gleich gross angegeben, während Rice (1880) den ersten und den letzten etwas schwächer als die anderen findet. Auf der von Hatschek (1892 p. 143 Fig. 6) gegebenen Abbildung ist der 3. linksseitige (5) erheblich stärker als seine Vorgänger und Nachfolger.

Positivere Angaben über den centralen Ursprung der dorsalen Spinalnerven macht zuerst Owsjannikow (1867 p. 440f.), der ihre Fasern von den über dem Centralkanal und medianwärts gelagerten Ganglienzellen entstehen lässt; das Gleiche finden Stieda (1873 p. 47f.) und Rohon (1881 p. 53, 60). Nansen (1887 p. 152) und Rohde (1888 A. p. 194) vermissten jeden Zusammenhang mit centralen Zellen. Retzius (1891 p. 45) lässt den kleineren Theil der Fasern aus den mittelgrossen und kleinen longitudinal angeordneten bipolaren Ganglienzellen entstehen, während der grössere Theil derselben von den Längsbündeln herstammt und ein Verband derselben mit centralen Zellen nicht nachgewiesen werden konnte. Damit würden, wenn ich Retzius recht verstehe, die dorsalen Nerven zum kleineren Theile aus centrifugalen (motorischen), zum grösseren aus centripetalen (sensibeln) Fasern sich zusammensetzen, welche letztere auch der Hauptmasse der sensibeln Fasern der Kranioten entsprechen, aber hier auch keinen Ausgang von peripherischen Spinalganglienzellen (die *Amphioxus* nach Retzius abgehen) erkennen lassen. Zugleich wirft Retzius die Frage auf, ob die angeführten centralen Ganglienzellen nicht möglicherweise centralwärts gerückte Spinalganglienzellen darstellen[1]).

Der Abgang von der Medulla erfolgt in ziemlich regelmässigen, den Myomeren entsprechenden Abständen, wobei nach den von Owsjannikow (1867 Fig. 1) und Rohon (1881 Taf. IV Fig. 34) gegebenen Abbildungen die vorderen (rostralen) Nerven einander mehr genähert, nach der von Schneider (1879 Taf. XV Fig. 1) gegebenen Figur aber ebenso weit von einander entfernt sind wie die übrigen. In der Regel entspringen die Nerven einfach; als sehr seltenes Vorkommniss wird ein zweiwurzeliger Ursprung von Rohon angegeben und abgebildet (1881 p. 18 Taf. IV Fig. 34). Der Abgang entspricht der lateralen Circumferenz des Rückenmarks, wobei die verschiedenen Nerven bald mehr dorsal, bald mehr ventral abgehen können (Owsjannikow p. 434, Langerhans 1876 p. 295, Rohon p. 20); Stieda (1873 p. 46f.) giebt ein in regelmässiger Folge stattfindendes Alterniren der auf einander folgenden Nerven an und vergleicht dieselben abwechselnd dorsalen und ventralen Nervenwurzeln, eine Auffassung, die aber von Langerhans (1876 p. 295f.) zurück-

---

(J. Müller 1842 p. 95, Leuckart und Pagenstecher 1858 p. 561, Marcusen 1864, Huxley 1873 p. 104, W. Müller 1875 p. VI, Langerhans 1876 p. 342, Dohrn 1886 p. 332, Ayers 1890 p. 229, Willey 1894 p. 18) das Rudiment oder den im ersten Beginne der Ausbildung befindlichen Vorgänger eines Auges in dem meist unpaar, seltener paarig angelegten, von Retzius (1839 p. 198) entdeckten Pigmentfleck in der Vorderwand der Hirnblase erblicken. Dohrn speciell leitet diesen Fleck von einstmals paarigen Augen ab, Willey vergleicht ihn einem unpaaren Auge, Ayers deutet ihn als Vorläufer des unpaaren Pinealauges und der paarigen Augen. Rohon (1881 p. 38) entscheidet sich für ein sehr primitives Empfindungsorgan, Kohl (1890 p. 182, 183) für ein Wärmeempfindungsorgan, Krause (1888 A. p. 48, 1888 B. p. 140) homologisirt ihn der Substantia nigra und dem Locus caerulens der höheren Vertebraten, Owsjannikow (1867 p. 448), Stieda (1873 p. 51) und Nüsslin (1879 p. 26f.) deuten ihn als blosse Pigmentanhäufung, wobei Letzterer das lichtempfindende Vermögen des *Amphioxus* in den Terminalkörperchen resp. Ganglienzellen der beiden ersten paarigen Nerven findet. Hasse (1876 p. 289f.) verlegt die Lichtempfindung in grubenförmig angeordnete Epithelien am Vorderende des Kopfes, welche zu dem zweiten Nerven wahrscheinlich in Beziehung stehen.

1) Einen ähnlichen, aber weiter entwickelten Gedankengang vertritt v. Kupffer (1893 p. 76), indem er die im Bereiche des 3.—7. Nerven befindlichen dorsalen centralen Zellen mit der dorsalen Ganglienplatte der Kranioten-Embryonen vergleicht, somit bei *Amphioxus* zeitlebens persistirende Verhältnisse annimmt, welche die Kranioten embryonal durchlaufen. Auch van Wijhe (1894 p. 111) giebt theilweise noch im centralen Nervensystem liegende Zellen (Homologa der Spinalganglien) an.

gewiesen wird[1]). Desgleichen ist von zahlreichen Autoren (Owsjannikow 1867 p. 434 Fig. 1, Balfour 1876 p. 691, Schneider 1879 p. 15 Taf. XV Fig. 1, Rohon 1881 p. 19 Taf. IV Fig. 34, Rohde 1888 A. p. 192) eine Asymmetrie in den Abgängen der rechten und linken Nerven nachgewiesen worden, welche an den vordersten noch wenig ausgeprägt, bei den übrigen aber so entwickelt ist, dass ein regelmässiges Alterniren der rechten und linken Seite stattfindet; Balfour, Rohon und Rohde lassen hierbei den rechten auf den linken, Schneider den linken auf den rechten Nerven folgen. Mit gutem Rechte macht Rohon auf die Correlation zu der Asymmetrie der Myomeren aufmerksam, letztere als das die Asymmetrie der Nerven Bedingende hervorhebend[2]).

Die dorsalen Nerven durchsetzen danach in einfacher Oeffnung die häutige Rückenmarkshülle und treten in die die einzelnen Myomeren des Seitenrumpfmuskels trennenden Septen ein, in welchen sie in dorso-lateraler Richtung peripherwärts verlaufen, um nach dem Austritte aus denselben, also subcutan zwischen Muskulatur und Haut sich in einen kleineren dorsalen und grösseren ventralen Ast zu theilen. Auf diesem Verlaufe sind von zahlreichen Autoren kleine Einlagerungen, Verdickungen oder Zellen beschrieben, aber verschiedenartig aufgefasst worden. Marcusen (1864 p. 3), Stieda (1873 p. 47), Schneider (1879 p. 15), Rohde (1888 A. p. 194, 1888 B. p. 199), Fusari (1889 p. 130), Hatschek (1892 p. 140), van Wijhe (1894 p. 111) deuten dieselben als Spinalganglienzellen, die bald mehr am Anfange der Nerven (Schneider), bald mehr peripherisch (Fusari, Hatschek), bald allenthalben zerstreut (Rohde) beobachtet werden. Rohde hebt dabei hervor, dass das, was sich bei *Amphioxus* noch zerstreut finde, bei den Kranioten zu kompakten Ganglien gesammelt sei; Hatschek macht auf das peripherische, subcutane Vorkommen gegenüber der tieferen Lage der Spinalganglien der Kranioten aufmerksam und leitet letztere von dem Verhalten bei *Amphioxus* ab. Owsjannikow (1867 p. 434), Langerhans (1876 p. 295 f.), Rohon (1881 p. 20) und Retzius (1891 p. 38) leugnen die gangliöse Natur dieser Gebilde und deuten sie als Bindegewebszellen oder als blosse varicöse Anschwellungen der Nervenfasern.

Von den beiden Aesten wendet sich der schwächere Ram. dorsalis subkutan nach oben und versorgt die Haut; Hatschek (1892 p. 141) unterscheidet an ihm einen dünne Verzweigungen bildenden R. cutaneus dorsalis und einen mit kurzen dicken Verzweigungen endenden R. lateralis dorsalis, ist aber hinsichtlich der Existenz des letzteren an dem 3. bis 5. Nerven zweifelhaft. Der stärkere Ram. ventralis geht, gleichfalls zwischen Haut und Seitenrumpfmuskel, nach unten, hierbei nach Hatschek einen Ram. cutaneus ventralis und Ram. lateralis ventralis abgebend, und tritt dann, wie Schneider (1879 p. 15 Taf. XIV Fig. 1) zuerst nachgewiesen[3]), zwischen dem ventralen Rande des Seitenrumpfmuskels und Quermuskels medialwärts, um als Ram. visceralis mit gemischten Fasern theils an der visceralen Muskulatur (s. unten p. 640) sich zu verzweigen, theils an der Innenfläche der Rumpfwand nach oben zu steigen und durch das Ligamentum denticulatum zu den Kiemen zu gelangen, wo er sich unter Bildung eines längslaufenden Plexus s. Collector (Fusari 1889 p. 133, van Wijhe 1893 p. 167, 1894 p. 114) ausbreitet. Die Verzweigung dieses R. visceralis zu den visceralen Muskeln wurde bereits von Rolph (1876 p. 107), Rohde (1888 B. p. 204) und Retzius (1891 p. 46) als wahrscheinlich bezeichnet, jedoch erst, nachdem Fusari (p. 130) sie abgeleugnet, von Hatschek (1892) und van Wijhe (1893) sicher nachgewiesen. Ueber die zu den Kiemen gelangenden Zweige berichteten schon in allgemeineren Angaben Leuckart und Pagenstecher, Schneider, Rohon u. A.; die genauere Kenntniss derselben verdanken wir

1) Schneider (1879 p. 13) hielt deshalb Stieda für den ersten Entdecker der wirklichen ventralen (motorischen) Nerven. Rohon (1881 p. 53, 54) hat indessen den Nachweis geliefert, dass Stieda nur dorsale Nerven sah.

2) Diese Asymmetrie ist nur eine Theilerscheinung der sich in den verschiedensten Organsystemen aussprechenden allgemeinen Asymmetrie des *Amphioxus*, die sich von symmetrischen Anfängen ausgehend, bereits in früher embryonaler Zeit ausbildete und in verschiedenem Grade zeitlebens erhalten bleibt.

3) Schneider fand diese Rami viscerales in der Kiemenregion, also bis zum Porus abdominalis (Athemporus); Hatschek konnte sie bis zur Analöffnung nachweisen.

FUSARI und namentlich VAN WIJHE. SCHNEIDER vergleicht die Rami viscerales funktionell dem Vagus, VAN WIJHE homologisirt sie theils dem Vagus, theils dem Grenzstrang des Sympathicus[1]). FUSARI unterscheidet ausser dem Kiemenplexus noch einen besonderen dünnmaschigen sympathischen Plexus. — Der subcutane Verlauf der beiden Hauptäste der dorsalen Nerven und das spätere tiefe Eindringen der Rr. viscerales ist verschiedenen Autoren aufgefallen, auch als wesentliche Abweichung von den Verhältnissen bei den Kranioten hervorgehoben worden (GEGENBAUR, VON KUPFFER 1893 B. p. 555); der Letztere erkennt keine Homologie mit den dorsalen Spinalnerven der Kranioten an, sondern hält die letzteren für neue Erwerbungen. VAN WIJHE (1889 B. p. 502) findet diesen Unterschied nicht so fundamental und sucht ihn durch das wahrscheinlich bei den Kranioten stattgefundene rostralwärts gehende Vorwachsen der Myotome zu erklären.

3. Ventrale Nerven (No. 3—63 resp. 1—61)[2]). Die somato-motorischen ventralen Nerven wurden zuerst von SCHNEIDER (1879 p. B. 13, 15, 1880 p. 331) nachgewiesen[3]), danach auch noch von einigen Autoren (z. B. BALFOUR 1880 p. 90 f.) abgeleugnet, aber nach und nach allgemein anerkannt und von zahlreichen Untersuchern (ROHON 1881 p. 15 f., NANSEN 1887 p. 152, ROHDE 1888 A. p. 196, 1888 B. p. 202 f., FUSARI 1889 p. 12, RETZIUS 1891 p. 45, HATSCHEK 1892 p. 141, VAN WIJHE 1893 B. p. XLI und WILLEY 1894 p. 80) bestätigt.

Ihr centraler Ursprung ist noch nicht sicher gestellt und scheint ziemlich komplicirt zu sein; ROHON (1881 p. 54) beschreibt einen Beginn von lateral und ventral vom Centralkanal gelegenen Zellen, allein NANSEN, ROHDE und RETZIUS haben sich vergeblich bemüht, Zusammenhänge mit motorischen Zellen zu finden.

Der Abgang geschieht von der ventro-lateralen Circumferenz der Medulla mit einer grossen Anzahl feiner Fascikel (ROHON zählte ca. 40 solcher, die Abbildungen von ROHDE und RETZIUS lassen auf noch mehr schliessen), welche mit den dorsalen Nerven alterniren und dementsprechend auch eine antimere Asymmetrie zeigen, unter allseitig divergentem Verlaufe mit lauter einzelnen feinen Oeffnungen die Rückenmarkshülle durchbohren und danach sofort an die Innenfläche der von ihnen versorgten Seitenrumpfmuskulatur treten, wobei eine vordere Gruppe für die dorsale Abtheilung und eine hintere für die ventrale Abtheilung dieser Muskulatur unterschieden wurde. Während die Mehrzahl der Fasern direkt nach dem Durchtritt durch die medullare Umhüllung sich mit den einzelnen Muskelbändern der Seitenrumpfmuskulatur verbindet, verläuft der am meisten ventrale Theil der hinteren Gruppe zwischen der lateralen und medialen Lage dieses Muskels nach unten und tritt erst während dieses Verlaufes mit den Muskelbändern desselben in Verbindung (vergl. insbesondere ROHDE 1888 B. p. 202 f. Taf. XVI). SCHNEIDER, ROHDE und FUSARI fanden eine Querstreifung der Fasern, welche RETZIUS als körnige Varikosität deutet; die beiden erstgenannten Autoren wurden zugleich durch ihre Beobachtung veranlasst, alle ausserhalb der Rückenmarksscheide liegenden Theile bereits für Muskeln zu halten, welcher Anschauung FUSARI und RETZIUS gegenübertreten, indem sie die wahre Nervennatur der Fasern betonen. In den varikösen Anschwellungen erblickt RETZIUS (1891 p. 46) zum Theil motorische den Muskelbändern direkt aufliegende Endapparate; VAN WIJHE (1893 B. p. XLI) fasst dieselben als blosse Kunstprodukte auf und findet die wahren Endapparate in dreieckigen Verbreiterungen der Nervenenden, welche er den Cônes d'accroissement von RAMON y CAJAL vergleicht. Zugleich betont der genannte Autor die Existenz sensibler Muskelfasern mit Endorganen (a. a. O. p. XLII). Für das vorderste rudimentäre Myotom wurde kein ventraler Nerv gefunden; das erste innervirt das zweite gut ausgebildete Myotom (HATSCHEK 1892 p. 141). —

Die Deutung der beiden ersten und der auf die folgenden dorsalen Nerven ist von

1) Genauere Angaben darüber finden sich weiter unten (p. 638).

2) Nr. 3—63 bezieht sich auf die morphologische Reihenfolge mit Rücksicht auf die zugehörigen dorsalen Nerven, Nr. 1—61 auf die Existenz der wirklich vorhandenen ventralen Nerven.

3) Hinsichtlich der von SCHNEIDER angegebenen vermeintlichen Entdeckung dieser ventralen Nerven durch STIEDA vergl. p. 635 Anm. 1.

den verschiedenen Autoren sehr verschiedenartig angegeben worden und zugleich in einer Weise, dass man zumeist in den ersten die vorderen Hirnnerven der Kranioten wiederfand, die letzteren in sehr wenig übereinstimmender Weise mit den hinteren Gehirnnerven der höheren Wirbelthiere verglich. Zu einem sehr wesentlichen Theile hängt die Frage der Homologisirung von der Grenzbestimmung zwischen Gehirn und Rückenmark und der specielleren Identificirung des *Amphioxus*-Hirnes mit den Hauptabschnitten des Kranioten-Gehirnes ab.

Diese Grenzbestimmung zwischen Gehirn und Rückenmark und Identificirung der einzelnen Hirntheile unterliegt erheblichen Schwierigkeiten, da eine Abgrenzung des *Amphioxus*-Gehirnes gegen das Rückenmark durch kein äusseres Merkmal gegeben ist und das vordere Ende des centralen Nervensystems selbst schmäler ist als der darauf folgende Theil [1]). Dieses vordere Ende enthält indessen eine kleine Erweiterung des Centralkanales, den von Leuckart und Pagenstecher (1858 p. 561) entdeckten Gehirnventrikel, welcher von den folgenden Autoren zur Bestimmung der hinteren Grenze benutzt wurde [2]); hinter diesem fand Hatschek (1893 p. 187 f.) bei der Larve von *Amphioxus*, welche eine — später von dem Dickenwachsthum des Rückenmarkes überholte — vordere Gehirnanschwellung darbot, noch zwei weitere Ventrikelbildungen, die sich danach wieder verengerten, und v. Kupffer (1893 p. 74 Taf. XI Fig. 31) konnte zeigen, dass der vordere Ventrikel sich wie bei Kranioten-Embryonen in bestimmter Weise scharf gegen das hintere intracerebrale Hohlraumsystem absetzt. Weiterhin wurde an dem auf den ersten Ventrikel folgenden Abschnitt des Centralnervensystems eine besonders ganglienzellenreiche Strecke gefunden (Owsjannikow 1867 p. 448, Stieda 1873 p. 42, Rohon 1881 p. 46, Rohde 1888 B. p. 195 f., Ayers 1890 p. 223, v. Kupffer 1893 p. 76), welche nach Rohde hinten mit der ersten kolossalen Ganglienzelle resp. dem Abgange des 6. dorsalen Nerven abschliesst und von den genannten Autoren als Medulla oblongata resp. primitives Hinterhirn angesprochen und zur Bestimmung der hinteren Hirngrenze benutzt wurde. Auf Grund der peripherischen Nervenverbreitung verlegt Huxley (1874 p. 129 f.), dem zugleich die Lage des Velum als Ausgang dabei dient, das hintere Ende des Gehirnes vor den Abgang des 16., van Wijhe (1893 p. 168, 1894 p. 115) dagegen an den des 10. dorsalen Nerven, letzteren noch in den Gehirnbereich einschliessend, Gegenbaur (1872 p. 300, 1874 p. 453, 1878 p. 489, 1887 A. p. 98) vergleicht den ganzen der Kiemenregion entsprechenden Körperabschnitt des *Amphioxus* dem Kopfe der Kranioten.

Dementsprechend bestehen auch über die Homologien der einzelnen Hirnnerven des *Amphioxus* ungemeine Discrepanzen bei den Autoren.

Der erste paarige Nerv (Gehirnnerv) ist als Olfactorius (Owen 1866 p. 269), wohl als Opticus (Schneider 1879 p. 14), als Nervus apicis (van Wijhe 1894 p. 112) [3]), als Ophthalmicus profundus trigemini (Hatschek 1892 p. 143 Fig. 6), als Orbito-nasalis s. Ram. I n. trigemini (Huxley 1874 p. 130), als Theil des Trigeminus (Rohon 1881 p. 13, Krause 1888 B. p. 138), als Trigeminus (Owsjannikow 1867 p. 449, Rabl 1889 p. 237), der zweite [4]) als Opticus (Hasse 1876

1) Die Experimente von Steiner (1886 p. 498) haben zugleich gezeigt, dass das Gehirn auch physiologisch keine besondere Rolle spielt, dass *Amphioxus* ein „wahres Rückenmarkswesen" ist.

2) Der den vorderen Ventrikel enthaltende Gehirnabschnitt ist übrigens in der mannigfaltigsten Weise gedeutet worden. Leuckart und Pagenstecher (1858 p. 562), Owsjannikow (1867 p. 432) und, wenn ich recht verstehe, His (1887 B. p. 428) deuten ihn als Hinterhirn resp. Hinterhirn und Nachhirn, Wiedersheim (1883—86) als Hinterhirn und Mittelhirn, Wiedersheim (1888 p. 149) und Krause (1888 B. p. 138) als Mittelhirn, Huxley (1875 p. 131), Ayers (1890 p. 223) als Zwischenhirn, W. Müller (1875 p. VI) und Hatschek (1892 p. 138) als Vorderhirn, Wiedersheim (1893 p. 245) als Vorder- und vielleicht auch als Mittelhirn, Rohon (1881 p. 46) und v. Kupffer (1893 p. 74 f.) als vereinigtes Mittelhirn, Zwischenhirn und Vorderhirn (v. Kupffer's Vorhirn), J. Müller (1842 p. 94), Moreau (1870 p. 1185), Stieda (1873 p. 39) und Langerhans (1876 p. 296) überhaupt als (das ganze) Gehirn.

3) van Wijhe bezeichnet so (als N. apicis) den von Pincus (1895 p. 279) bei *Protopterus* gefundenen, von dem Recessus praeopticus ausgehenden Nerven.

4) Huxley vergleicht diesen und die 5 folgenden dorsalen Nerven (3—7) nebst ihren Myotomen mit dem 2. und 3. Ast des Trigeminus und den Augenmuskelnerven. Die ventralen Nerven waren damals noch nicht entdeckt.

p. 298), als N. ophthalmicus profundus s. Ram. nasociliaris n. trigemini (van Wijhe 1894 p. 112), als Trigeminus nach Abzug des Ophthalmicus profundus (Hatschek 1892 p. 143 Fig. 6), als Theil des Trigeminus (J. Müller 1842 p. 90, W. Müller 1875 p. VI, Krause 1888 B. p. 138), als Trigeminus (Goodsir 1841), als Theil des Trigeminus und als Facialis (Rohon 1881 p. 23)[1]), als Facialis (Owsjannikow 1867 p. 449), als Acustico-facialis (Rabl 1889 p. 234), als Trigeminus + Vagus (Quatrefages 1845 p. 222, Owen 1866 p. 270) gedeutet worden. Zu diesen beiden ersten Nerven kommen noch die auf sie folgenden dorsalen (gemischte Fasern besitzenden) und z. Th. auch ventralen (motorischen) Nerven (Spinalnerven) als Homologa der weiteren Gehirnnerven der Kranioten hinzu[2]). Rohde (1888 B. p. 197) rechnet die drei ersten derselben (3—5) noch zum Gehirn, ohne sich auf nähere Deutungen einzulassen, J. Müller (1842 p. 90) verbindet diese fünf mit den beiden ersten Nerven (also 1—7) zu dem Trigeminus, Schneider (1879 p. 15) schreibt den von ihm entdeckten Rami viscerales in dem ganzen bis zum Athemporus sich erstreckenden Bereiche die Funktion des Vagus zu. Speciellere Homologisirungen werden von Huxley (1874 p. 129f.), Rohon (1881 p. 23f.) und van Wijhe (1893 p. 160f., 1894 p. 113f.) gegeben; Hatschek (1892 p. 144f.), dem wir nebst van Wijhe die genaueste Kenntniss im specielleren Verlaufe dieser Nerven verdanken[3]), enthält sich der Deutung. Huxley findet in den dorsalen Nerven 3—7 im Verbande mit dem 2. das Material für die Rami II et III trigemini und die Nn. oculomotorius, trochlearis und abducens, den 8. vergleicht er mit dem Facialis, den 9. mit dem Glossopharyngeus, den 10. bis 15. mit dem Vagus. Rohon homologisirt dagegen den 3.—7. Nerven mit dem Glossopharyngeus und Hypoglossus, den 8.—20. (speciell die zu den Kiemen gehenden Antheile derselben) mit dem Vagus. van Wijhe endlich findet in seiner ersten diesbezüglichen Mittheilung (1893 p. 168f.) einen der Hauptausdehnung des Kiemenkorbes (excl. die ersten 7 Kiemen) aufliegenden Längsnerven, welchen er dem Ram. branchio-intestinalis vagi vergleicht und der wahrscheinlich von dem R. visceralis des 8., vielleicht auch von denen des 9. und 10. Nerven gebildet werde; hinsichtlich der Erkenntniss des genaueren Ursprunges und der Innervation der 7 ersten Kiemen versagte die technische Methode. In der weiteren Fortsetzung seiner Untersuchungen (1894 p. 115 f.) beobachtete er, dass auch die visceralen Aeste des 11. bis 30. Nerven in die Bildung eines langen dem sympathischen Grenzstrang vergleichbaren Collector eingehen, welcher von dem 7. primären Kiemenbogen bis zum Ende des Kiemenkorbes verfolgt werden konnte, wobei etwa 5 Kiemenbogen je einem Nerven entsprechen; hinsichtlich der Rr. viscerales des 7. bis 10. Spinalnerven gelang es nicht, auf Grund der Untersuchung weitere Aufklärung zu erlangen, so dass er hier nur theoretisch schliessen konnte, dass es sich bezüglich dieser Nerven um den Vagus oder besser um den Vagus (7. und 8. Nerv) und die „dorsalen Wurzeln" des Hypoglossus (9. und 10. Nerv) handele. In dieser zweiten Mittheilung wird überhaupt die Homologie der Nerven des *Amphioxus* mit denen der Kranioten in folgender Weise durchgeführt: 1. N apicis; 2. N. ophthalmicus profundus s. nasociliaris n. trigemini; dorsaler Ast von 3.: Ram. I n. trigemini (excl. nasociliaris), ventraler Ast von 3.: Ram. II et III. n. trigemini; 4. und 5.: N. facialis[4]); 6.: N. glossopharyngeus[4]); 7. und 8.: N. vagus; 9. und 10.: dorsale Wurzeln des N. hypoglossus; viscerale Aeste von 11—30: Sympathicus. Die Zahl der Kopfmyotome wird von ihm zu 9 angegeben.

---

1) Wie oben (p. 633) mitgetheilt, unterscheidet Rohon die beiden, oft selbstständig abgehenden Aeste dieses Nerven als 2. und 3. und homologisirt den ersteren als Theil des Trigeminus, den letzteren als Facialis.

2) Rabl identificirt sie mit echten Spinalnerven (1889 p. 237).

3) Hinsichtlich des Näheren, insbesondere auch hinsichtlich der interessanten asymmetrischen Betheiligung an der Versorgung des Mundes verweise ich auf die in hohem Grade verdienstvollen Abhandlungen Hatschek's und van Wijhe's. Die Innervation der Mundhöhlenschleimhaut und des Velum geschieht lediglich durch linksseitige Nerven (van Wijhe 1893 p. 153f.).

4) Für die Bestimmung der Homologie dieser beiden Nerven war ihm die Ableitung des bleibenden Mundes (Tremostoma) des *Amphioxus* aus der ersten Kiemenspalte und das (von Langerhans 1876 p. 310) zuerst nachgewiesene Vorkommen von Schmeckbechern in jener Gegend entscheidend.

Die Muskeln des *Amphioxus* sind unter den älteren Autoren insbesondere von Rathke (1841 p. 13), J. Müller (1842 p. 91) und Quatrefages (1845 p. 212 f.), danach in genauerer Weise von Stieda (1873 p. 15), Rolph (1876 p. 103), Langerhans (1876 p. 291 f.) und Schneider (1879 p. 10) beschrieben worden. Der letztgenannte Autor theilt sie in quergestreifte Stammmuskeln mit den beiden Abtheilungen der Längs- und Quermuskeln und in glatte oder quergestreifte Visceralmuskeln um Mund und After ein; den Velummuskel ist er geneigt, zum Darmkanal zu rechnen; an Kiemenkorb, Darm und Gefässen finden sich glatte Muskeln. Diese Eintheilung ist durch die neueren Untersuchungen von Hatschek (1892 p. 136 f.) und van Wijhe (1893 p. 159, 171, 1894 p. 108 f.) modificirt und vervollkommnet worden; Willey (1894 p. 35 f.) übernimmt in seinem zusammenfassenden Buche über *Amphioxus* die Befunde beider Autoren. Danach besteht die Muskulatur des *Amphioxus* aus dem quergestreiften Seitenrumpfmuskel, den quergestreiften visceralen Muskeln und der glatten splanchnischen Muskulatur am Tractus intestinalis und den Gefässen. Von der Besprechung der letzteren kann hier abgesehen werden[1]).

Der Seitenrumpfmuskel bildet eine zu beiden Seiten des *Amphioxus*-Körpers erstreckte Muskelmasse, welche durch Myosepten in eine bei den verschiedenen Arten von *Amphioxus* wechselnde Anzahl[2]) von Myomeren gesondert ist, welche die gleiche Asymmetrie wie die Nerven zeigen (p. 635); jedes Myomer besteht aus längslaufenden Muskelplatten oder Muskelbändern. Die einzelnen Myosepten bilden winkelige Linien, derart, dass die nach vorn gerichtete Spitze des Winkels in der der Chordalage entsprechenden mittleren Höhe des Körpers sich befindet und dass von da aus die Winkelschenkel in einer Ausdehnung von mehreren Myomeren nach hinten und oben (dorsocaudal) und nach hinten und unten (ventro-caudal) sich wenden. Nach Hatschek (1881 p. 58 Taf. IV—VI) resultirt, dass diese Winkelstellung aus einer ursprünglichen transversalen Richtung der Myosepten hervorgeht und dass zuerst im ventralen, und dann im dorsalen Bereiche die Myomeren sich caudalwärts verschieben. Desgleichen wissen wir durch Kowalevsky, Rolph und Hatschek, dass der Seitenrumpfmuskel zuerst in Chordahöhe sich ausbildet und dann erst ventral- und dorsalwärts sich ausdehnt. Auch die Asymmetrie bildet sich nach Hatschek's Nachweisen (1881 p. 58) erst im Laufe der Ontogenese aus.

Vor dem ersten gut ausgebildeten Myomer findet sich noch ein rudimentäres („rostraler Fortsatz“), über welches Hatschek und van Wijhe des Näheren berichten. Dasselbe entwickelt sich später als das ihm folgende gut ausgebildete, bleibt embryonal und besteht aus primordialen glatten Muskelfasern; auch konnte eine gesonderte Innervation desselben nicht beobachtet werden. Hatschek bezeichnet es als 1., das folgende gut ausgebildete Myomer als 2. Myomer.

Wie schon angegeben, wird der Seitenrumpfmuskel von den ventralen Nerven innervirt, wobei jedem Myomer je ein Nerv zukommt; die meisten Nervenfasern treten direkt an die Medialränder der einzelnen Muskelplatten, eine Anzahl ventraler erstreckt sich auch zwischen dieselben (Rohde 1888 B. p. 202f. Taf. XVII) und scheidet damit eine mediale (Rectus von Schneider) und laterale Abtheilung (Obliquus von Schneider); van Wijhe (1893 B. p. XLI) betrachtet die erstere als den nach innen und oben umgeschlagenen ventralen Theil des Seitenrumpfmuskels. Die ventralen Aeste der dorsalen Nerven verlaufen, wie schon angegeben, oberflächlich von der Seitenrumpfmuskulatur nach unten und senden ihren visceralen Ast erst am ventralen Rande derselben, zwischen ihr und der Quermuskulatur nach innen.

---

1) An dem Kiemenkorb werden glatte Muskeln von W. Müller (1873 p. 329), Langerhans (1876 p. 314, 318), Schneider (1879 p. 24f.) und Rohon (1881 p. 6f.) beschrieben.

2) Bezüglich der Zahl dieser Myomeren bei den verschiedenen Arten von *Amphioxus* verweise ich auf die obigen (Willey, Kirkaldy und Haeckel) entnommenen Angaben (p. 632). Goodsir (1841 p. 241) zählt bei *Amphioxus lanceolatus* 60, Bert (1867 p. 302) 61, Stieda (1873 p. 16) gegen 60, Rohon (1881 p. 21) 60—63 (60 auf der einen, 62—63 auf der anderen Seite), Lankester (1889 p. 365f.) 61, seltener 59 oder 62 Myomeren.

Eine Unterbrechung des Seitenrumpfmuskels von *Amphioxus*, welche den Kiemenspalten oder Kiemenöffnungen der Kranioten verglichen werden könnte, findet sich nirgends; allenthalben umschliesst der Muskel ohne jede Durchbohrung die peribranchiale Höhle, in welche die Kiemenspalten frei ausmünden.

In den ersten Myomeren erblickte HUXLEY (1874 p. 129) das Material, aus welchem die Augen- und Kiefermuskeln der Kranioten hervorgingen; auch GEGENBAUR (1887 A. p. 99) fand in drei vorderen Myomeren, die er nicht näher bestimmt, die Ursprungsstätten für die Augenmuskulatur. VAN WIJHE (1894 p. 110) homologisirte die Oculomotorius-Gruppe der Augenmuskeln mit dem 1. wohlausgebildeten, den Obliquus superior mit dem 2., den Rectus externus mit dem 3. Myomer[1]).

Die visceralen Muskeln bestehen nach VAN WIJHE aus dem sogenannten Quermuskel (M. transversus) des Bauches und dem äusseren Lippenmuskel, dem inneren Lippenmuskel, dem Sphincter des Velum und dem Analmuskel[2]). HATSCHEK und VAN WIJHE verdanken wir die genauere, auch ontogenetisch begründete Erkenntniss des Zusammenhangs des queren Bauchmuskels mit der Lippenmuskulatur und den übrigen visceralen Muskeln, während SCHNEIDER und andere Autoren diesen Quermuskel (nach SCHNEIDER Homologon des Mylohyoideus oder Obliquus) mit dem Seitenrumpfmuskel zur Stammesmuskulatur vereinigt und den visceralen Muskeln gegenübergestellt hatten; doch verdient Erwähnung, dass ROLPH (1876 p. 106) denselben als eine nur *Amphioxus* zukommende specifische Bildung, welche mit den Bauchmuskeln der übrigen Wirbelthiere nicht homologisirt werden dürfe, auffasste.

Die Innervation der visceralen Muskulatur geschieht durch die dorsalen Nerven (mit Ausnahme des ersten rein sensibeln Nerven), und zwar betheiligen sich dieselben sämmtlich bis zur Analgegend mit ihren Rr. viscerales an ihrer Versorgung (cf. p. 635).

Wie der Seitenrumpfmuskel bestehen auch die visceralen Muskeln aus Muskelplatten resp. Muskelbändern, eine Erkenntniss, welche wir insbesondere GRENACHER (1867 p. 577), LANGERHANS (1876 p. 291 f.) und SCHNEIDER (1879 p. 11 f.) verdanken; entwickelungsgeschichtliche Mittheilungen darüber machte HATSCHEK (1881 p. 65 f.). Die drei erstgenannten Autoren haben diese Platten denen von *Petromyzon* direkt verglichen; MAURER (1894 p. 484) hebt dagegen auf Grund der ontogenetischen Angaben von HATSCHEK hervor, dass ein Vergleich zwischen den Muskelbändern des *Amphioxus* und der Petromyzonten im Speciellen sehr schwierig erscheine; die Muskulatur des Ersteren stehe viel tiefer als die der Letzteren. —

Die Zahl der Kiemen des *Amphioxus lanceolatus* ist bekanntlich eine sehr beträchtliche und während des ganzen Lebens durch Vermehrung am hinteren Ende zunehmende[3]). Sie beträgt bei ausgewachsenen Thieren etwa 90—125, wobei jede Kieme mit Ausnahme der ersten und der jedesmaligen noch in Bildung begriffenen letzten eine Längsspaltung in zwei erlitten hat. Die Ausdehnung dieser Kiemenregion beginnt ungefähr an dem 6.—7. Myomer und erstreckt sich von da annähernd über die vordere Hälfte des Körpers, etwa 10—12 Myomeren vor dem sogenannten

---

1) Nach HATSCHEK's Zählung (incl. das vorderste rudimentäre Myotom) sind es das 2., 3. und 4. Myomer.

2) Ich enthalte mich einer Beschreibung dieser Nerven und verweise hinsichtlich alles Details auf die auch in entwickelungsgeschichtlicher Hinsicht sehr bedeutsamen Mittheilungen von HATSCHEK und VAN WIJHE. Letzterer fand, dass der ganze beiderseitige äussere Lippenmuskel nur die Fortsetzung des linken queren Bauchmuskels sei.

3) J. MÜLLER (1842 p. 90) findet bei 13 mm (6‴) langen Exemplaren 25, bei 26 mm (1″) langen Thieren 40—50 Spalten. ROLPH (76 p. 120) giebt bei Erwachsenen über 100, ROHON (1881 p. 59) bei seinem Material 40—110, LANKESTER (1889 p. 365 f.) bis 124, WILLEY (1894 p. 17) 90 Spalten an. VAN WIJHE (1889 B. p. 559) findet bei Exemplaren von 12,5 mm Länge 50 Spalten, die bis zur Region des 24. Myotoms reichen, bei 15 mm langen Thieren 60, bis zum 26. Myotom sich erstreckende, bei geschlechtsreifen 40—50 mm langen Exemplaren zahlreiche bis zum 27. Myomer und wohl noch etwas weiter nach hinten reichende Spalten. — Ueber die Ausbildung der neuen Kiemenstäbe am hinteren Ende des Kiemenkorbs berichtet SPENGEL (1890 p. 290 Fig. 2) unter Bezugnahme auf eine instruktive Abbildung.

Athemporus[1]); auf je ein Myomer kommen sonach etwa 4—6 schräg descendent gerichtete Kiemenspalten, von denen die vordersten und hintersten niedriger als die übrige Mehrzahl sind. Nach den Angaben Rolph's besteht zugleich eine mässige Asymmetrie des Kiemenkorbes, indem Grenzstäbe der einen Seite und Theilungsstäbe der anderen sich entsprechen.

Bei Embryonen finden sich viele geringere Anzahlen und einfachere Verhältnisse, über die wir namentlich Hatschek (1881, 1884, 1892), van Wijhe (1889, 1893, 1894) und Willey (1891, 1894) genauere Angaben verdanken. Danach beginnt der Durchbruch des Mundes und der ersten Kiemenspalte nach der Bildung von 14 Myotomen (Ursegmenten Hatschek 1881 p. 18, p. 78); hinter dieser ersten brechen bei der frei pelagisch lebenden Larve ziemlich schnell weitere hindurch (Willey 1891 p. 187ff., 1894 p. 150ff.), welche in ihrer Lage den Myotomen gut entsprechen, indem auf jedes Myotom je eine Kiemenspalte kommt. Die Entstehung dieser Kiemenspalten ist nach Willey's Funden — in sekundärer Anpassung an das Larvenleben — eine durchaus asymmetrische, derart, dass die durch ein ventrales Längsgefäss bestimmte Scheidungslinie zwischen den später rechtsseitigen und linksseitigen Kiemenspalten sich anfangs nicht in der ventralen Mittellinie, sondern ziemlich hoch im Bereiche der rechten Körperhälfte befindet, wonach sowohl die rechtsseitigen wie die linksseitigen Kiemenspalten zuerst auf der rechten Seite durchbrechen und die letzteren erst nach und nach unter successiver Herstellung der Symmetrie sich um die ventrale Mittellinie herum auf die linke Körperseite hinüberziehen. Der Durchbruch der linksseitigen erfolgt etwas früher als der der rechtsseitigen, weshalb Willey erstere als Primary Gill-Slits, letztere als Secondary Gill-Slits bezeichnet. Auf diese Weise entstehen sehr bald (in Willey's Stadium I und II) 14 primäre und 6 sekundäre Kiemenspalten; erstere bilden sich wieder partiell zurück, so dass schliesslich am Ende vom Stadium VIII nur 8 (2—9) zurückbleiben, letztere vermehren sich langsam durch Ausbildung zweier hinteren auch zu 8, welche aber 1—8 entsprechen[2]). Entsprechend den verschiedenen Zahlen (links 2—9, rechts 1—8) sind diese Kiemenspalten anfänglich asymmetrisch gelegen; durch gegenseitige Verschiebung kommt die Symmetrie derselben[3]) zu Stande. Damit ist das Critical Stage oder der Beginn der Adolescent Period Willey's erreicht; die Larve giebt ihr pelagisches Leben auf und sinkt auf den Sandboden des Meeres. Bis dahin besteht Eumetamerie zwischen Myomeren und Branchiomeren, worauf schon Gegenbaur (1887 p. 100f.) aufmerksam gemacht hat. Danach vollzieht sich die Bildung der auf diese folgenden Kiemenspalten (Tertiary Gill-Slits Willey), um in einer während des ganzen Lebens fortschreitenden Reihe schliesslich die erhebliche Zahl von 90—125 zu erreichen; insofern aber für diese neugebildeten Kiemen nur der beschränkte Raum von etwa 20 bis 24 Myomeren gegeben ist, müssen sich sämmtliche Kiemen, sowohl die primären und sekundären, wie die tertiären Kiemen so zusammendrängen, dass mindestens 3 auf je 1 Myomer kommen[4]); es entwickelt sich damit sekundär eine erhebliche Dysmetamerie zwischen Branchiomeren und Myomeren oder, wie es Hatschek (1892 p. 145) gut bezeichnet, eine Hypermetamerie der Kiemenspalten.

Abweichend von Willey und van Wijhe bezeichnet Hatschek (1892 p. 144f.) auch die beiden von ihm schon früher (1881 p. 61, p. 72f., 1884 p. 518) genauer in ihrer Entwickelung

---

1) Kirkaldy (1895 p. 311ff.) giebt auch genauere Zusammenstellungen über die Zahl der Myomeren bis zum Athemporus (Praeatrioporale Myotome). Dieselbe beträgt bei *Paramphioxus cultellus* 32—33, bei *Amphioxus lanceolatus* 35—36, bei *A. pelagicus* 36, bei *A. belcheri* 37, bei *A. caribaeus* 37—38, bei *P. cingalensis* 38—39, bei *P. bassanus* 43—45, bei *P. lucayanus* 43—46, bei *A. californiensis* 44—45, bei *A.* (?) *elongatus* 49. Ferner theilt er mit, dass der Sphincter oris direkt unter der vorderen Spitze des 4. Myotomes bei *A. californiensis* und *P. cingulensis*, des 5. bei *A. caribaeus*, des 6. bei *P. cultellus*, des 7. bei *A. lanceolatus* und *P. bassanus*, des 8. bei *P. lucayanus* sich befindet.

2) Ausnahmsweise kann es auch zur Ausbildung von 9 oder nur 7 Kiemenspalten kommen.

3) Wie auf dieser Seite oben mitgetheilt, ist dieselbe nach Rolph keine vollkommene.

4) Diese Zahl kann noch grösser werden: van Wijhe (1894 p. 114) giebt an, dass je ein in den sympathischen Kollektor (s. p. 638) eingehender Spinalnerv 5 und mehr Kiemenspalten versorgen könne.

untersuchten „vorderen Entodermsäckchen“ als erste Kiementaschen, welche an der hinteren Grenze des ersten rudimentären Myomers (intersegmental) vor und über der Schlundpforte entstehen und später zum Wimperorgan resp. Räderorgan werden. Aber auch die beiden erstgenannten Autoren sind zum Theil recht abweichender Ansicht. VAN WIJHE (1893 p. 155f.) lässt dieselben durch den Zerfall des ursprünglich vor dem Cerebrum und der Chorda gelegenen Darmtheiles entstehen; das linke sei erst infolge des Chordawachsthums nach links verdrängt, und seine nun auf der linken Seite nach aussen durchbrechende Oeffnung repräsentire den ursprünglich unpaaren, primordialen Mund des *Amphioxus* (Autostoma VAN WIJHE, Homologon des Mundes der Tunicaten und kranioten Vertebraten); zugleich bilde es sich (dies in Uebereinstimmung mit HATSCHEK's Angaben) in das Wimperorgan und die HATSCHEK'sche Grube um; das rechte sei vielleicht dem praemandibularen Somiten[1]) der Kranioten gleichzusetzen. WILLEY (1894 p. 126 f.) deutet beide vorderen Entodermsäckchen (Praeoral Head-Cavities WILLEY's) als wahrscheinliche Homologa der praemandibularen Kopfhöhlen der höheren Vertebraten, lässt aber übrigens, in Uebereinstimmung mit HATSCHEK und VAN WIJHE das linke zu dem Wimperorgan (Praeoral pit), das rechte zu dem praeoralen Kopfcoelom sich umbilden.

VAN WIJHE's und WILLEY's erste Kiemenspalte wird von HATSCHEK als zweite bezeichnet; sie liegt nach ihm an der hinteren Grenze des zweiten Myomers (des ersten gut entwickelten) und hinter der Mundöffnung und schliesst sich im Laufe der Ontogenese zu der Pseudobranchialrinne (vorderer Wimperbogen), welche dem gleichnamigen Organ der Petromyzonten und dem Spritzloch der Fische entspricht. Nach WILLEY verschwindet, wie schon oben vermerkt, blos die primäre (linke), während die sekundäre (rechte) persistirt; und zwar erfolgt dieser Schwund, nachdem sie vorher mitten im Ueberwanderungsstadium von der rechten nach der linken Seite sich in die kolbenförmige Drüse (mit rechter innerer und linker äusserer Oeffnung) umgewandelt hat (WILLEY 1894 p. 138, 141), total. VAN WIJHE (1893 p. 154) dagegen lässt aus der rechten ersten Kiemenspalte die kolbenförmige Drüse, aus der linken den bleibenden Mund des *Amphioxus* hervorgehen, den er sonach dem zwischen Mandibular- und Hyoid-Bogen gelegenen Spiraculum der Selachier vergleicht und Tremostoma nennt; und zwar begründet er diese Deutung mit der Abstammung des äusseren Lippenmuskels von dem linksseitigen M. transversus und mit der ausschliesslichen Versorgung jener Gegend mit linksseitigen Nerven, wogegen WILLEY (1894 p. 178) bemerkt, dass er in den angegebenen Faktoren nur eine theilweise Persistenz der hochgradigen larvalen Asymmetrie erblicken, aber der VAN WIJHE gegebenen Ableitung des *Amphioxus*-Mundes nicht zustimmen könne.

Es herrschen also sehr weitgehende Differenzen in der Auffassung und Zählung der drei genannten Autoren, die sich besonders auch in ihren Angaben über die Bildung des Mundes von *Amphioxus* aussprechen, welcher nach WILLEY und HATSCHEK gleich dem Munde der Tunicaten und kranioten Vertebraten als unpaares, Kiementaschen nicht vergleichbares Gebilde entsteht und persistirt, während VAN WIJHE die Aufeinanderfolge zweier Mundbildungen statuirt, von denen die primäre (Autostoma) aus dem linken resp. nach links verschobenen Entodermsäckchen (das von HATSCHEK der ersten linken Kiementasche verglichen, von VAN WIJHE aber mit einer davon heterogenen, ursprünglich unpaaren Anlage verglichen wird) sich entwickelt und dem Munde der Tunicaten und Kranioten homolog ist, die sekundäre (Tremostoma) aber ein Abkömmling der linken ersten (zweiten HATSCHEK'schen) Kiemenspalte ist und dem Spritzloch der Fische entspricht.

Die übersichtliche Zusammenstellung dieser verschiedenen und unvereinbaren Deutungen ergiebt folgendes[2]):

1) Dieser praemandibulare Somit resp. Kopfhöhle liefert nach VAN WIJHE und WILLEY bei den Kranioten das Material für die von dem N. oculomotorius versorgten Augenmuskeln; WILLEY kann aber v. KUPFFER nicht in der Auffassung folgen, dass dieselben rudimentäre oder ungebildete Kiementaschen seien.

2) Ich übernehme keine Garantie, ob ich die Autoren auch überall recht verstanden habe.

		Hatschek.	van Wijhe.	Willey.
1. Kiementasche nach Hatschek (vorderes Entodermsäckchen).	rechts.		Vielleicht Homologon des 1. Kopfsomiten der Selachier.	Wahrscheinliches Homologon der rechten 1. (praemandibularen) Kopfhöhle der Kranioten.
	links.	Räderorgan (Wimperorgan und Sinnesorgan).	Räderorgan (Wimperorgan und Hatschek'sche Grube), zugleich primärer Mund (Autostoma).	Räderorgan (praeoral pit; wahrscheinlich Homologon der linken 1. (praemandib.) Kopfhöhle der Kranioten.
2. Kiementasche nach Hatschek (1. Kiemenspalte nach van Wijhe und Willey).	rechts.	rechte Pseudobranchialrinne [1]).	Kolbenförmige Drüse.	1. bleibende rechte Kiemenspalte.
	links.	linke Pseudobranchialrinne.	Sekundärer, bleibender Mund (Tremostoma).	Obliterirt, vielleicht z. Th. kolbenförmige Drüse.
3. Kiementasche nach Hatschek (2. Kiemenspalte nach van Wijhe und Willey).	rechts.	1. bleibende rechte Kiemenspalte.	Obliterirt.	2. bleibende rechte Kiemenspalte.
	links.	1. bleibende linke Kiemenspalte.	Obliterirt.	1. bleibende linke Kiemenspalte.
4. Kiemenspalte nach Hatschek (3. Kiemenspalte nach van Wijhe und Willey).	rechts.	2. bleibende rechte Kiemenspalte.	1. bleibende rechte Kiemenspalte.	3. bleibende rechte Kiemenspalte.
	links.	2. bleibende linke Kiemenspalte.	1. bleibende linke Kiemenspalte.	2. bleibende linke Kiemenspalte.
Unpaare Mundöffnung.		Einziger, persistirender Mund.	Primärer Mund (Autostoma), nach links gedrängt und in die Oeffnung des Räderorgans umgewandelt.	Einziger, persistirender Mund.

Die definitive Zahl der primordialen Kiemenspalten (Willey's Primary and Secondary Gill-Slits) wurde, wie schon erwähnt, von Willey zu 8 (resp. 7—9) angegeben, wobei die linke Seite ursprünglich eine grössere Anzahl (14) aufwies; die gleichen Zahlen finden sich aber auch bei Kranioten (8 incl. Spritzloch resp. Pseudobranchialrinne bei *Heptanchus* und *Petromyzon*, 14 bei *Bdellostoma polytrema*), weshalb der gemeinschaftliche Ancestor der Akranier und Kranioten 9—14 Kiemen besessen haben mag (Willey 1894 p. 174). Hatschek (1892 p. 145) bestimmt die primitive Zahl auf 14 (incl. vorderes Entodermsäckchen und Pseudobranchialrinne), also im Vergleich mit Willey auf 13. van Wijhe (1889 B. p. 560, 1893 A. p. 169) giebt die Zahl der Kopfsegmente des *Amphioxus* (welche der primordiale Kiemenzahl entsprechen) auf »vielleicht 9, jedenfalls nicht viel grösser" an [2]).

Dass der Kiemenkorb des *Amphioxus*, abgesehen von seinen mehr dorsalen und durch das Ligamentum denticulatum vermittelten Verbindungen mit der Rumpfwand, mit der Seitenrumpf-

1) Hatschek scheint die kolbenförmige Drüse nicht hierher zu rechnen, sondern als besondere Falte der Darmwand in der Region des 1. Myotomes aufzufassen (1881 p. 74).

2) In der zweiten Mittheilung äussert sich van Wijhe mit grosser Vorsicht, indem er sagt: Der Einfachheit wegen gebrauche ich die Ausdrücke Kopf (für die Region der 9 vordersten Myotome und die ursprünglich dazu gehörigen Gebilde) und Rumpf, ohne damit behaupten zu wollen, dass die Grenze schon sichergestellt wäre. Das vom Tremostoma bis zur letzten Kiemenspalte bei erwachsenen Thieren eingenommene viscerale Gebiet erstreckt sich nach seinen Angaben etwa über 26 Körpersegmente.

muskulatur nirgends im Verband steht, sondern von ihr durch den freien peribranchialen Raum geschieden wird, wurde schon oben bemerkt. Wie bekanntlich zuerst in ausführlicher Weise durch ROLPH (1876 p. 144 f.) begründet worden, ist dieser Raum ein mit der sekundären Entwickelung der Seitenfalten in Connex stehender ektodermaler Hohlraum, der in dieser Form den Kranioten abgeht, aber nach BOVERI (1890 p. 11, 1892 p. 487, 494) bei ihnen noch als verengter Rest (Vornierengang) persistirt; mit der Coelomhöhle, mit der er gemeinhin vor ROLPH verglichen wurde[1]), hat er nichts zu thun. ROLPH's Anschauungen sind von GEGENBAUR und der Mehrzahl der Morphologen angenommen worden und dürften die beste Interpretation des phylogenetischen Entwickelungsganges geben[2]).

Zur eigenen Beobachtung dienten mir zahlreiche Exemplare von *Amphioxus lanceolatus Yarell* von 16—45 mm Länge, für die ich zum Theil der Freundlichkeit des Herrn Prof. H. KLAATSCH verpflichtet bin, sowie einige, allerdings nicht durchweg tadellose Schnittserien von *Amphioxus californiensis* Cooper, *Paramphioxus cultellus* Peters und *P. bassanus* Günther, welche ich zum Theil der Güte der Herren Prof. E. HAECKEL und Prof. R. SEMON verdanke. Zahlreiche Versuche einer Behandlung mit der GOLGI'schen Methode, um die noch bestehende Lücke bezüglich des N. vagus (cf. p. 638) auszufüllen, scheiterten trotz der grossen Mühe, die sich Herr Privatdocent Dr. H. BRAUS, Assistent der anatomischen Anstalt, darum gegeben, an der Ungunst des Materials. Meine Untersuchungen sind somit in keinem bemerkenswerthen Stücke weiter gekommen als die bisher vorliegenden Ergebnisse. Die folgende Darstellung beschränkt sich sonach in der Hauptsache auf eine Besprechung der vorstehend mitgetheilten Befunde anderer Autoren und eine kurze Vergleichung mit den bei den Petromyzonten und Myxinoiden beobachteten Verhältnissen.

Aus den bisherigen Untersuchungen ist ersichtlich, dass — abgesehen von dem hier nicht weiter in Frage kommenden Nervus olfactorius — das peripherische Nervensystem des *Amphioxus* sich aus paarigen dorsalen und ventralen Nerven zusammensetzt, welche wie bei *Petromyzon* von einander getrennt bleiben und selbst gänzlich verschiedene Wege gehen. Dieselben zeigen mit Ausnahme der beiden ersten Nerven eine sehr ausgesprochene Asymmetrie der Lage (Alterniren der Nerven der rechten und linken Seite) und zum Theil auch der Grösse und Verbreitung, indem namentlich in der Gegend des Mundes die linksseitigen beträchtlich über-

1) Diese unhaltbare Vergleichung wurde übrigens ausführlich und mit viel Scharfsinn von HUXLEY (1874 p. 199 f.) verfochten.

2) Von ROLPH's Deutung weicht die von RAY LANKESTER (1875 p. 257 f.) gegebene etwas ab; nach derselben wird das peribranchiale Atrium als besonderer epipleuraler, bei Selachiern noch ontogenetisch erkennbarer Raum aufgefasst. Genauere Mittheilungen über die ontogenetische Entwickelung desselben machen LANKESTER and WILLEY (1890 p. 445 ff.), wonach durch ventrale Verwachsung der Seitenfalten zuerst ein verhältnissmässig schmaler ventraler peribranchialer Kanal entsteht, der sich danach durch dorsalwärts gehende Ausbreitung zwischen Kiemen- und Körperwand zu dem umfangreichen Peribranchialraum ausbreitet (vergl. auch KORSCHELT und HEIDER 1893 p. 1447 f.). Bekannt ist, dass durch BOVERI's Darstellung des primordialen Nierensystems des *Amphioxus* auch der Peribranchialraum neue vergleichende Bedeutung gewonnen, dass sich aber an seine Veröffentlichung manche Kontroverse in der Auffassung dieses Raumes und seiner Homologa bei Kranioten angeschlossen hat; ich verweise diesbezüglich auf die einschlägliche Litteratur, insbesondere auf die Veröffentlichungen von BOVERI (1890, 1892), WEISS (1890), SEMON (1890, 1891), VAN WIJHE (1893), PLATT (1894) und GOETTE (1895).

wiegen; alle diese Asymmetrien leiten sich aus einer ursprünglich symmetrischen Anlage ab und haben sich im Verbande mit der asymmetrischen Ausbildung der Muskulatur und der Eingeweide während des larvalen Lebens zu einer Höhe entwickelt, welche die bei den anderen Wirbelthieren (Myxinoiden, Petromyzonten, Selachiern) beobachteten erheblich übertrifft. Dorsale und ventrale Nerven alterniren auf jeder Seite mit einander, indem die ersten in den Septen zwischen den Myomeren, die letzten innerhalb der Myomeren verlaufen; dem ersten oder den beiden ersten dorsalen Nerven fehlen die zugehörigen ventralen [1]), ebenso dem letzten. Es ist wahrscheinlich, aber noch nicht nachgewiesen, dass hier die ventralen Nerven nur sekundär verkümmert sind.

Die beiden ersten dorsalen Nerven [2]) heben sich durch ihre Lage vor den ersten ventralen, durch ihre Symmetrie und durch die Existenz von peripherischen Sinneskörperchen (Ganglienzellen der meisten Autoren) [3]) von den folgenden dorsalen Nerven etwas ab und sind denselben auch als paarige „Gehirnnerven" gegenübergestellt worden. Die angegebenen Differenzen sind so unwesentliche, dass sie diese Scheidung — ganz abgesehen davon, dass viele der folgenden Nerven auch den Gehirnnerven der Kranioten zu vergleichen sind — in keiner Weise rechtfertigen.

Dass bei *Amphioxus* die räumliche Grenze zwischen cerebralen und spinalen Nerven nicht ohne Weiteres zu ziehen ist, scheint denselben den Kranioten, bei deren überwiegender Mehrzahl erst auf die specifisch ausgebildeten Cerebralnerven die von ihnen wohl unterschiedenen spinalen (resp. spino-occipitalen) Nerven folgen, durchaus gegenüberzustellen. Doch wurde schon bei den Myxinoiden in der Existenz des prävagalen Spinalnerven α' (p. 617) ein Verhalten beobachtet, welches in gewissem Sinne hierbei eine vermittelnde Rolle spielt.

Auf Grund des centralen Ursprunges der dorsalen Nerven kann man an ihnen mit RETZIUS zweierlei Fasern unterscheiden: centrifugale, welche von medullaren Ganglienzellen ausgehen, und centripetale, welche im Rückenmarke enden; die Ganglienzellen der letzteren finden sich im peripherischen Gebiete verstreut und sind den Spinalganglienzellen der Kranioten gleichzusetzen [4]). Die centrifugalen, minder zahlreichen Fasern gehen wahrscheinlich in jene Nerven über, welche die visceralen Muskeln innerviren (HATSCHEK, VAN WIJHE), die centripetalen vertreten wohl die sensibeln Elemente. Die dorsalen Nerven des *Amphioxus* sind somit gemischter Natur und erinnern in dieser Hinsicht auffallend an die entsprechenden Nerven von

1) Rechnet man die ventralen Nerven zu den ihnen septal vorausgehenden dorsalen, so entbehrt nur der erste dorsale Nerv eines solchen; rechnet man sie dagegen zu den ihnen folgenden, so sind die zwei ersten dorsalen Nerven ohne zugehörige ventrale.

2) Bezüglich des ersten lasse ich offen, ob es ein dorsaler oder ein besonderer ventraler Nerv sei.

3) Es hat den Anschein, als ob Beides hier in Frage käme.

4) Ich stehe nicht an, diese peripherischen an den Nerven befindlichen Zellen als Ganglienzellen anzusprechen, weiche somit in diesem Punkte von RETZIUS ab, der keine peripherischen Ganglienzellen der spinalen Nerven anerkennt, und stimme mit ROHDE, FUSARI und HATSCHEK überein. Nervenfasern ohne centrale und ohne peripherische Ganglienzellen kann ich mit unseren bisherigen Anschauungen über das Nervengewebe nicht vereinigen; irgendwo müssen sie von Ganglienzellen ausgehen. Das Gleiche gilt für die von FREUD bei *Ammocoetes* beschriebenen betreffenden Fasern (cf. p. 584/585 Anm. 3).

Petromyzon (p. 584, 595 Anm. 1) [1]), zugleich aber auch an die Gehirnnerven der Kranioten und jene Spinalnerven derselben, welche ausser den gewöhnlichen sensiblen Fasern noch die von LENHOSSÉK und RAMON Y CAJAL entdeckten, von medullaren Zellen beginnenden und durch die Spinalganglien hindurchtretenden Fasern enthalten [2]).

In ihrem Abgange von der Medulla, ihrem Durchtritte durch die Rückenmarkshülle und ihrem daran anschliessenden intermyomeren Verlaufe zeigen die dorsalen Nerven das Verhalten sowohl der dorsalen Spinalnervenwurzeln wie der meisten Gehirnnerven der Kranioten. Besondere Verhältnisse sind aber darin gegeben, dass ihre Theilung in Rami dorsales und ventrales erst nach Durchsetzung des Seitenrumpfmuskels, auf der Oberfläche desselben und subcutan stattfindet. GEGENBAUR hat den in dieser Hinsicht gegenüber den Kranioten (bei denen die Vertheilung gleich nach dem Austritte aus der Rückenmarkshülle und bedeckt von dem Seitenrumpfmuskel geschieht) bestehenden Unterschied als einen bedeutenden, VAN WIJHE als keinen fundamentalen erklärt; v. KUPFFER (1893 B. p. 555, 1894 p. 73, 74) vergleicht diesen Verlauf bei *Amphioxus* mit demjenigen der Branchialnerven der Kranioten und erblickt in den auch bei Amnioten-Embryonen vorkommenden rudimentären postvagalen Branchialnerven Homologa der *Amphioxus*-Nerven, wobei ihm zugleich der Ursprung der bezüglichen Fasern von Homologen der ROHON'schen Zellen als weiterer Beweis dient. Eine Identität mit den dorsalen Spinalnerven der Kranioten erkennt er nicht an. Ich kann diese zu den Kranioten bestehende Differenz nicht so gering anschlagen wie VAN WIJHE, stimme aber den v. KUPFFER'schen Auffassungen auch nur zum Theile bei. Eine komplete Neubildung der dorsalen Spinalnerven der Kranioten vermag ich nicht anzunehmen, sondern erkläre die Differenz in der Lage derselben derart, dass ich den Seitenrumpfmuskel des *Amphioxus* mit dem der Kranioten nur zum kleinsten Theile identificire. Der Muskel der Letzteren hat in der Hauptsache eine viel beträchtlicher in die Peripherie ausgedehnte Entfaltung als der des Ersteren, welcher nur jenen tiefsten, innersten Theilen des Kranioten-Muskels direkt vergleichbar ist, welche, wie z. B. die bei den Myxinoiden beschriebenen Züge (p. 617) und die epibranchialen Muskeln der Selachier, medial von den Nerven (ventrale Spinalnerven und Vagus) liegen. Was oberflächlich, lateral von diesen Nerven sich befindet, ist neue Erwerbung der Kranioten. Mit dieser Auffassung des Seitenrumpfmuskels der Akranier und Kranioten harmonirt auch die Angabe HATSCHEK's, dass die den Spinalganglien der Kranioten entsprechenden peripherischen Ganglienzellen des *Amphioxus* gerade an der Theilungsstelle der Nerven in die dorsalen und ventralen Aeste am meisten gehäuft sind [3]). Somit liegen bei *Amphioxus* die Ganglienzellen relativ da am

1) Ein ähnlicher Gedankengang ist in den 1894 p. 73, 74 von v. KUPFFER gegebenen Ausführungen enthalten. An anderer Stelle (1893 p. 76) vergleicht derselbe Autor die dorsalen Ganglienanhäufungen in der Medulla oblongata des *Amphioxus* der embryonalen dorsalen Hirnplatte der Kranioten, welche die noch nicht peripher gerückten Spinalzellenanlagen enthält.

2) Das Gleiche wurde namentlich von VAN WIJHE (1893 p. 172) ausgesprochen und von ihm zur Bestätigung seiner Korrektur des BELL'schen Gesetzes (1882) verwerthet.

3) Ich stimme HATSCHEK auch in der Deutung des durch den Seitenrumpfmuskel aufsteigenden Theiles als ausgezogene dorsale Wurzel bei.

dichtesten beisammen, wo der Seitenrumpfmuskel seine peripherische Grenze findet, während bei den Kranioten die zur Bildung kompakter Spinalganglien fortgeschrittene Anhäufung der peripherischen Nervenzellen von dem Seitenrumpfmuskel bedeckt wird.

Die visceralen Fasern der dorsalen Nerven sind zufolge des subcutanen, oberflächlich von dem Seitenrumpfmuskel stattfindenden Verlaufes der ventralen Aeste mit den für die Haut bestimmten Fasern direkt verbunden. Dieser oberflächliche Verlauf kommt mit demjenigen der ventralen Aeste der grösseren Cerebralnerven (Trigeminus, Facialis, Glossopharyngeus, Vagus) der Kranioten-Embryonen überein, soweit in diesem vorderen Gebiete die Seitenrumpfmuskulatur nach Art derjenigen des *Amphioxus* nur in Gestalt von kleinen medial gelegenen „Kopfsomiten" auftritt und noch nicht von grösseren Ausbreitungen der ursprünglich mehr hinten gelegenen Rumpfmuskelelemente überwachsen ist; er unterscheidet sich aber von dem tieferen Verlaufe der Rami viscerales der Spinalnerven der Kranioten, weil eben bei diesen die ganz überwiegende, wenn nicht gesammte Masse des Seitenrumpfmuskels zwischen den Verlauf der Rr. viscerales und Rr. cutanei eingelagert ist. Die Rr. viscerales sind allenthalben dieselben; nur der Muskel variirt (inkomplete Homologie desselben).

Die visceralen Fasern des *Amphioxus* verlaufen aber zugleich, zufolge der Art ihres Durchtrittes durch den dorsalwärts gewachsenen Seitenrumpfmuskel in einem anfangs dorso-lateralwärts und erst nach erfolgtem Durchtritte ventralwärts gerichteten Bogen; das Gleiche ist der Fall bei den motorischen Fasern der vier typischen Cerebralnerven (Trigeminus, Facialis, Glossopharyngeus und Vagus), den Lenhossék-Cajal-schen durchtretenden Fasern und wahrscheinlich[1]) auch bei den von den dorsalen Wurzeln abgehenden sympathico-motorischen Fasern der Kranioten, und man kann daran denken, ob nicht der eigenthümliche, schon innerhalb des centralen Nervensystems dorso-lateral aufsteigende Verlauf dieser, den viscero-motorischen Nerven des *Amphioxus* homologen Fasern durch die Wachsthumsrichtung des primordialen, damals noch mit dem des *Amphioxus* übereinstimmenden Seitenrumpfmuskels bestimmt wurde. Nach Art der motorischen uud sensibeln Endverbreitung der visceralen Aeste des *Amphioxus* steht einer allgemeinen Vergleichung derselben mit den motorischen und viscero-sensibeln Antheilen der typischen vier Cerebralnerven wie mit den den dorsalen Spinalnervenwurzeln entstammenden sympathischen Fasern nichts im Wege.

Die ventralen Nerven des *Amphioxus* sind rein motorische und zwar somato-motorische Nerven, indem sie sich ausschliesslich im Seitenrumpfmuskel verästeln. Dieser Muskel ist in seiner Hauptmasse der Umhüllungsmembran des centralen Nervensystemes so dicht angeschmiegt, dass die betreffenden Wurzelfäden sich gar

1) Der medullare Ursprung dieser sympathico-motorischen Fasern ist noch nicht ganz sicher gestellt; selbst ihre Existenz wird von vielen Autoren bezweifelt, welche die viscero- und vasomotorischen Nerven nur von den ventralen Spinalnervenwurzeln abgehen lassen. Ich glaube, das ist zu rigoros. Auf Grund mancher Befunde hat man ein Recht anzunehmen, dass die dorsalen Spinalnervenwurzeln nicht bloss sensible, sondern auch motorische Fasern für den Sympathicus abgeben (vergl. u. A. Ramon y Cajal, Lenhossék, Gehuchten, Retzius, Steinach und Wiener, sowie Kölliker 1893—96 p. 79f. und p. 864).

2) Dass die Rr. viscerales des *Amphioxus* schliesslich von dem ventralen Rande des Seitenrumpfmuskels wieder dorsalwärts bis zum Lig. denticulatum aufsteigen, ist eine Folgeerscheinung von dem sekundären Herunterwachsen dieses Muskels in die Seitenfalten und von der sekundären Ausdehnung der Peribranchialhöhle nach oben.

nicht zu kompakten Nerven vereinigen, sondern gleich mit getrennten Nervenfasern an die Muskelbänder herantreten; nur im ventralen, am spätesten gebildeten und vom Centralnervensystem relativ am weitesten entfernten Bereiche des Muskels kommt es zu einer längeren Wegstrecke und einer annähernden Vereinigung der einzelnen Nervenfasern zu einem mehr kompakten Nerven. Dieser in der Hauptsache gesonderte Verlauf der einzelnen Fasern ist ein Kennzeichen des sehr primitiven Verhaltens von *Amphioxus* gegenüber den Kranioten; doch vermitteln unter diesen die am tiefsten stehenden Abtheilungen der Petromyzonten und namentlich der Myxinoiden mit ihren getrennt durch die Rückenmarkshülle durchtretenden doppelten bis mehrfachen motorischen Wurzelbündeln den Anschluss, wie bereits oben (p. 596 und p. 615) hervorgehoben wurde.

In der Auffassung und Deutung der ventralen Nervenfasern als wirklich nervöse und nicht muskulöse Gebilde gehe ich einig mit Fusari, Retzius und wohl den meisten Autoren; die von Retzius beschriebenen varicösen Anschwellungen im Verlaufe der Nervenfasern vermag ich aber ebensowenig wie van Wijhe als die eigentlichen motorischen Endapparate aufzufassen; nach allen Erfahrungen müssen diese an den Enden der Nerven existiren und dürften wohl in den von van Wijhe angegebenen dreieckigen Verbreiterungen der Enden gefunden sein.

Viscerale Aeste der ventralen Nerven sind bisher bei *Amphioxus* nicht gefunden worden; derselbe zeigt somit in dieser Hinsicht gegenüber den Kranioten ein Deficit, für dessen Erklärung mir zur Zeit die nöthigen Materialien abgehen. Man wird gut thun, noch weitere Untersuchungen abzuwarten.

Im Uebrigen besteht hinsichtlich der wirklichen Homologie der ventralen Nerven des *Amphioxus* mit den ventralen Wurzeln der Kranioten kein Zweifel. Die im vorderen Bereiche des *Amphioxus*-Körpers liegenden enthalten somit auch das Material für die Augenmuskelnerven, über deren anatomische Vergleichung noch weiter unten (sub *D*) zu sprechen sein wird.

Dass ein vor dem jetzigen ersten ventralen Nerven liegender motorischer Nerv einstmals existirte, wird, wie schon erwähnt, durch das Vorhandensein eines rudimentären resp. abortiven Myomers vor dem gut entwickelten zweiten wahrscheinlich gemacht; es kann wohl sein, dass von diesem Nerven noch Rudimente gefunden werden. Ob auch diesem noch ein weiterer vorderer ventraler Nerv (resp. Nerven) vorausging, ist a priori auch möglich, aber angesichts des Mangels jeder thatsächlichen Grundlage nicht zu diskutiren. Ich erwähne diese Frage auch nur, um zu betonen, dass jede definitive Grenzbestimmung am vorderen (wie am hinteren) Körperende des *Amphioxus* hinsichtlich der vordersten (und hintersten) Myomeren und Nerven — und dies bezieht sich sowohl auf die ventralen wie dorsalen Nerven — mir verfrüht erscheint. Wir sind noch nicht genügend orientirt, in welcher Weise und in welchem Grade sich primordiale Verhältnisse und Rückbildungen hier mischen, und können darum noch nicht sagen: Hier liegt wirklich der erste oder zweite etc. primordiale Nerv der Wirbelthiere vor. —

In der Beurtheilung und Eintheilung der Muskulatur des *Amphioxus* stehe

ich auf dem durch die Untersuchungen Hatschek's und van Wijhe's gewonnenen Boden und folge diesen Autoren in der Unterscheidung des Seitenrumpfmuskels und der visceralen Muskeln. Ersterer wird von longitudinal gerichteten Muskelbändern gebildet und von ventralen Nerven innervirt; letztere haben vorwiegend querverlaufende Muskelbänder und erhalten ihre Versorgung durch die Rami viscerales der dorsalen Nerven.

Der Seitenrumpfmuskel repräsentirt bekanntlich beiderseits eine compacte, nirgends durch Oeffnungen unterbrochene Muskelmasse, welche sich aus einer bei den verschiedenen Species des *Amphioxus* verschieden grossen Anzahl von Myomeren (ca. 50—80) zusammensetzt (cf. p. 632); jedes Myomer besteht aus sehr primitiv gebildeten längsverlaufenden Muskelbändern. Ich bin gern geneigt, die Arten mit der grösseren Anzahl der Myomeren als die in dieser Hinsicht primitiveren anzusehen und die Verminderung der Myomerenzahl auf Rückbildungen derselben, vielleicht zum Theil am vorderen, namentlich oben und hauptsächlich am hinteren Körperende zurückzuführen. Dass das vorderste, durch Hatschek und van Wijhe uns genauer bekannt gewordene, Myomer bei *Amphioxus lanceolatus* rudimentäre resp. abortive Merkmale aufweist, wurde schon bemerkt; dieselben sprechen sich geweblich und auch in seinem sonstigen Verhalten aus.

Von allen Kranioten zeigen die Petromyzonten hinsichtlich ihres Seitenrumpfmuskels die relativ primitivsten Verhältnisse (p. 607); derselbe steht aber bereits weit über dem viel einfacher gebauten Muskel des *Amphioxus*. Auch differiren Beide erheblich in dem Verlaufe ihrer Myosepten, welche aus einem ursprünglich rein transversalen Verlaufe bei *Petromyzon* dorsal und ventral nach vorn, bei *Amphioxus* dagegen nach hinten geschoben sind[1]), sowie in dem bereits oben (p. 646) ausführlich besprochenen topographischen Verhalten zu den dorsalen Nerven. Der Seitenrumpfmuskel des *Amphioxus* besitzt eine viel centralere, medialere Lage als derjenige der Kranioten; er repräsentirt in der Hauptsache einen inneren, der der Kranioten einen äusseren Schichtenkomplex. Beide bezeichnen sonach verschiedene Stadien in dem Wachsthum und der Ausbreitung des Muskels von innen nach aussen[2]). Wie schon erwähnt, zeigen nur die epibranchialen Muskeln der Selachier, die medial von den Spinalnerven liegenden Partien der Myxinoiden und endlich die medialen Abschnitte der dorsalen Abtheilung des Muskels bei den Kranioten eine ähnliche Lage zu den Nerven wie der gesammte Seitenrumpfmuskel der Akranier und vermitteln damit die Vergleichung Beider[3]). — Ferner weist der *Amphioxus*-

1) Die Art und Weise, wie die vorhergehenden Myomeren die folgenden überlagern, geschieht in derselben Richtung wie bei den Petromyzonten, zeigt aber embryonale Verhältnisse, indem die Myosepten des *Amphioxus* nur wenig schräg nach hinten gerichtet sind, die von *Petromyzon* aber im ausgebildeten Zustande viele hintere Myomeren überdecken. Bemerkt sei, dass auch im Grade dieser Deckung bei *Amphioxus* eine geringe antimere Asymmetrie beobachtet wurde.

2) Dieses Wachsthum nach aussen geht selbstverständlich mit einer partiellen Reduktion der innersten, ältesten Schichten des Muskels Hand in Hand.

3) Bekanntlich finden sich auch bei den höheren Vertebraten hypaxonische und ventrale Theile der Seitenrumpfmuskulatur, welche medial von den Nerven liegen. Ihre Entstehungsgeschichte ist noch nicht genau untersucht.

Muskel insbesondere in der, auch ontogenetisch sich ziemlich spät vollziehenden, Entfaltung seines ventralsten Abschnittes eine besondere Differenzirung auf, welche ihn weit von dem Kranioten-Muskel entfernt; die von Schneider gegebene Unterscheidung und Bezeichnung desselben als M. obliquus und M. rectus darf nicht im Sinne einer specielleren Homologie mit den gleichnamigen Bildungen bei den Kranioten aufgefasst werden, sondern bringt höchstens gewisse Analogien bei übrigens nicht homologen Theilen zum Ausdruck.

Dass der Seitenrumpfmuskel des *Amphioxus* in seinen mehr vorderen Myomeren das Material für die Augenmuskeln der Kranioten enthält, wurde schon von Huxley[1]), Gegenbaur und van Wijhe hervorgehoben; über die speciellere metamerische Homologisirung derselben wird sub *D* gehandelt werden.

Die Zusammengehörigkeit des sogenannten M. transversus abdominis mit den übrigen Visceralmuskeln ist durch Hatschek und van Wijhe sicher begründet worden; derselbe stellt sich demgemäss auch dem Seitenrumpfmuskel durchaus gegenüber und darf weder mit einem M. obliquus abdominis noch mit einem M. transversus abdominis der Kranioten verglichen werden[2]); ich würde vorziehen, ihn M. sphincter atrii zu benennen. Die Homologa der Visceralmuskeln finden sich bei den Kranioten in dem Konstriktoren-System des Visceralskelettes; doch ist auch hier — entsprechend der entfernten Stellung der Akranier zu den Kranioten — nur mit ganz allgemeinen, im Speciellen nicht durchführbaren Vergleichungen zu rechnen. — Ob und in wie weit sich die von verschiedenen Autoren beschriebenen glatten Muskeln des Kiemenkorbes (p. 639) dem visceralen Muskelsysteme einfügen oder nicht, wage ich nicht zu beurtheilen.

Die hochgradigen, mit der ungleichen antimeren Entwickelung des Kiemensystems zusammenhängenden Asymmetrien der visceralen Muskulatur, namentlich das Ueberwiegen der linken Seite im vorderen Bereiche derselben, sind uns durch Willey's und van Wijhe's Untersuchungen bekannt geworden; man hat in ihnen nur ganz sekundäre Erscheinungen zu erblicken, die, wie sehr sie auch zu Zeiten in den Vordergrund treten und die typischen Verhältnisse theilweise decken, dieselben

Bis ich nicht besser belehrt werde, halte ich dieselben für sekundäre Differenzirungen und innere Abspaltungen des Seitenrumpfmuskels der Kranioten, möchte sie somit nicht mit jenen primitiven an die Verhältnisse bei *Amphioxus* erinnernden Bildungen vergleichen.

1) Huxley irrte in dem Punkte, dass er auch die Kiefermuskeln mit den vorderen Myomeren der Seitenrumpfmuskulatur in Verband brachte; dieselben sind selbstverständlich visceraler Abstammung. Doch war der Irrthum Huxley's bei der damaligen Unkenntniss hinsichtlich der wahren ventralen Nerven des *Amphioxus* ein sehr verzeihlicher.

2) Schneider homologisirte den Quermuskel mit dem Obliquus abdominis oder Mylohyoideus. Der erste Vergleich ist irrig, der letztere, soweit damit nur eine ganz allgemeine Homodynamie mit dem zum Konstriktorensystem gehörigen Mylohyoideus behauptet wird, kann angenommen werden. — Auch der M. transversus abdominis der Kranioten ist durch Schneider (1879 p. 109) von den Seitenrumpfmuskeln entfernt und zu den Visceralmuskeln gebracht werden. Ich kann nicht beistimmen, sondern betrachte diesen Muskel als eine besondere Differenzirung der inneren ventralen Lage des Seitenrumpfmuskels, dessen sekundär erworbene Querfaserung (die sich übrigens auch bei zahlreichen unbestrittenen Abkömmlingen der Seitenrumpfmuskulatur wie z. B. den Mm. serrati, rhomboides, latissimus dorsi, pectoralis, obliquus internus etc. findet) in keiner Weise gegen die Zusammengehörigkeit mit dem Seitenrumpfmuskel spricht.

doch nicht unterdrücken können. Der von van Wijhe gegebenen Deutung des persistirenden *Amphioxus*-Mundes (Tremostoma, Homologon des linken Spritzloches) kann ich darum auch nicht beistimmen, wenn ich auch keineswegs verkenne, dass die bestehenden Verhältnisse leicht dazu führen konnten; mit Hatschek, Willey u. A. vergleiche ich den bleibenden *Amphioxus*-Mund demjenigen der anderen Vertebraten und Tunicaten und fasse ihn als ein unpaares Gebilde auf, welches mit den paarigen Kiemenbildungen nichts zu thun hat[1]. —

Die Kiemen des *Amphioxus* treten namentlich in zwei Punkten zu denen der Kranioten in auffallenden Gegensatz. Dieselben betreffen einmal ihre Hypermetamerie (Hatschek) gegenüber den Myomeren des Seitenrumpfmuskels, dann ihre fast vollkommene Sonderung von der Rumpfwand durch die Peribranchialhöhle[2]. Die Besprechung des ersten Punktes führt zugleich zu der weiteren Frage nach der Bestimmung der primitiven Kiemenzahl der Vertebraten.

Die Entwickelung der Hypermetamerie der Kiemen ist bekanntlich auch eine sekundäre Differenzirung des *Amphioxus*, welche erst ziemlich spät, nach Abschluss der larvalen Periode beginnt und, wie es scheint, ohne Unterbrechung während des ganzen Lebens andauert. Die bisherigen Ergebnisse (cf. p. 641) über die successive an der hinteren Grenze des Kiemenkorbes sich vermehrende Kiemenzahl und die successive sich vergrössernde Ausbreitung desselben nach hinten, sowie die, in Anpassung an die beschränkten Raumverhältnisse, successive zunehmende Zusammendrängung der einzelnen Kiemen kann ich im Wesentlichen bestätigen und durch einige weitere Beobachtungen[3] vermehren. Dieselben zeigen auch, zusammengehalten mit den embryonalen Verhältnissen ein caudales Zurückweichen des Anfanges des Kiemenkorbes um einige Myomeren, so dass auch von vorn her eine Zusammendrängung der Kiemen geschieht. In dieser letzteren Hinsicht weist *Amphioxus* ein Verhalten auf, welches auch bei Kranioten beobachtet wurde. Im Uebrigen aber geht er mit seiner sekundär sich entwickelnden Hyperbranchiomerie (welche bis zum Verhältniss von 4½—5½ Kiemen auf je 1 Myomer ansteigen kann)

---

1) Noch weniger kann ich natürlich der von Dohrn oft wiederholten Ansicht von der Entstehung des Vertebratenmundes überhaupt aus Kiemenspalten beistimmen, verweise aber hinsichtlich dieser den vorliegenden Untersuchungen ferner stehenden Frage insbesondere auf Gegenbaur's bezügliche Ausführungen (1887 A. p. 21 f.).

2) Ueber ihre asymmetrische Ausbildung brauche ich hier nicht mehr zu handeln. Auch die zahlreichen sonstigen Besonderheiten kommen für diese Untersuchungen nicht in Betracht.

3) Exemplare von *Amphioxus lanceolatus* von 16, 20, 22, 39 und 44 mm Körperlänge und 61—63 Myomeren zeigten ein Endigen der Kiemenregion im Bereiche des 24., 25., 26. und 25½. Myomers; bei einem *Amphioxus cultellus* von 20 mm Länge und 52 Myomeren endete die Kiemenregion in der Mitte des 25. Myomers, bei *Paramphioxus bassanus* von 41 mm Länge und 74 Myomeren im Bereiche des 40. Myomers (also etwas hinter der Mitte). Die relative Zahl der auf je ein Myomer kommenden Kiemen betrug 3—5½, wobei die jüngeren Exemplare von *A. lanceolatus*, sowie *A. cultellus* durch die geringeren, die älteren Exemplare von *A. lanceolatus* sowie *A. californiensis* und *P. bassanus* durch die grösseren Relativzahlen sich kennzeichneten. — Die Kiemen schlossen bei den meisten Thieren direkt an das Velum an, begannen somit je nach dem Alter und der Grösse mit dem 5. bis 7. Myomer (bei Markirung der Myomerengrenzen in der Chordahöhe). Bei *P. bassanus* gingen der vorderen Kiemengrenze selbst 7—8 Myomeren voraus; zwischen derselben und dem Velum lag ein etwa 1½ Myomeren breiter kiemenloser Zwischenraum.

den Kranioten gegenüber durchaus eigene, sich von ihrer Entwickelungsbahn entfernende Wege.

Bei den Kranioten findet sich gegenüber den Myomeren nirgends Hypermetamerie oder Pleometamerie[1]) der Kiemen, sondern vielmehr Eumetamerie oder Elassometamerie[1]); letztere allerdings auch als sekundäre Erscheinung infolge der hier eingetretenen Kiemenreduktion und Kiemenverschiebung. Den Beginn bei Beiden, Akraniern wie Kranioten, bildet der primäre eumetamere Zustand, wo die Zahl und Lage der Kiemen derjenigen der Myomeren (Somiten) entspricht[2]); hier muss die Vergleichung einsetzen.

Die Bestimmung dieser primären Eumetamerie zwischen Kiemen und namentlich die Grenzbestimmung zwischen dem eumetameren und dem dysmetameren Verhalten ist aber weit schwieriger, als es auf den ersten Anblick den Anschein hat.

Bei *Amphioxus* werden von den hierüber specieller handelnden Autoren 9—14 primäre Kiemenspalten resp. Kopfsegmente angegeben: VAN WIJHE entscheidet sich für die Minderzahl, HATSCHEK für die Mehrzahl, WILLEY rechnet mit allen Zahlen innerhalb dieser beiden Extreme. Das Ende der Metamorphose bildet hierbei für WILLEY und HATSCHEK die Grenze zwischen dem primitiven Verhalten und der sekundären, pleobranchiomere Zustände anbahnenden Vermehrung der Kiemen. Aber schon in der larvalen (eumetameren) Periode beobachtete WILLEY sehr eigenthümliche Verhältnisse, indem sich hier für die linke Seite 14 Kiemenspalten anlegen, von denen sich wieder 6 resp. (5—7) zurückbilden, während die rechte Seite nur 8 (resp. 7—9) derselben entwickelt. Bei einer derartigen antimeren Diskrepanz und Variabilität, die offenbar von verschiedenen Cänogenien beeinflusst ist, kann die Ontogenie des *Amphioxus*, bis nicht eine sichere Erklärung und Abwägung dieser Verhältnisse gefunden ist, nicht als entscheidend für die Bestimmung der Zahl der primären Kiemen angesehen werden. Aber auch die zeitliche Grenze scheint mir nicht genügend begründet. Warum soll gerade das Ende der larvalen Metamorphose die eumetamere und pleometamere Periode des *Amphioxus* scheiden? Kann man nicht auch annehmen, dass die Vorfahren des *Amphioxus lanceolatus* ursprünglich etwa bis zum 24. bis 26. Myomer (s. u. A. p. 651, Anm. 3) in eumetamerer Weise ihre Kiemen

---

1) Die beiden Termini Pleometamerie und Elassometamerie der Kiemen sind bestimmt, das Verhältniss in der Zahl derselben — ob mehr, ob weniger — zu den Rumpfmetameren auszudrücken. Sie bilden somit die beiden Unterabtheilungen der Dysmetamerie und stehen zugleich der Eumetamerie gegenüber. Der Begriff Pleometamerie deckt sich im Wesentlichen mit der HATSCHEK'schen Hypermetamerie, begrifflich jedoch nicht ganz, insofern die Hypermetamerie der Kiemen eine übermässige Vermehrung derselben an sich, die Pleometamerie jedoch das relative Plus gegenüber den Myomeren ausdrückt.

2) Auf die ausgedehnte Frage der Metamerie der Kiemen und Somiten bei den Kranioten, welche eine ausserordentlich umfassende Literatur gefördert hat, ist hier nicht einzugehen. Kurz sei nur bemerkt, dass jetzt die überwiegende Mehrzahl der Autoren GEGENBAUR, der bereits 1870 diese Frage in ihren Grundzügen beantwortet hat, in der Annahme einer primären Eumetamerie, aber einer sekundären, allenthalben zu beobachtenden Dysmetamerie zustimmt, nachdem AHLBORN (1884 B. p. 309f.) mit seiner Behauptung einer fundamentalen Differenz und Unabhängigkeit zwischen Branchiomerie und Mesomerie nur vorübergehende Zustimmung bei einzelnen Morphologen gefunden hatte. Uebrigens sei insbesondere auf die weiteren Ausführungen von GEGENBAUR (1887 A. p. 28f.), DOHRN (1890 B. p. 337f.) und v. KUPFFER (1895 p. 65f.) verwiesen.

anlegten[1]), dass erst danach infolge der Ueberproduktion derselben in dem gegebenen beschränkten Raume die Pleobranchiomerie begann und dass diese phylogenetischen Entwickelungsgänge nun in der Ontogenie sich zeitlich verkürzten und in verschobener Weise sich rekapitulirten? Endlich soll man auch mit denjenigen Arten von *Amphioxus* rechnen, welche *A. lanceolatus* an Myomeren und wohl auch meistens an Kiemenzahl (cf. p. 632, 651, Anm. 3) übertreffen (*A. caribaeus*, *prototypus*, *belcheri* und *californiensis*, um von dem mehr veränderten *Subgenus Paramphioxus* [*Heteropleuron* und *Asymmetron*] abzusehen) und vielleicht eine grössere Anzahl primärer Kiemen zur Entwickelung brachten als die europäische am meisten untersuchte Species[2]). — Aus allem diesen schliesse ich, dass wir, abgesehen von der Minimalgrenze, zur Zeit noch gar nichts einigermaassen Sicheres und Bestimmtes über die primäre Kiemenzahl der Akranier aussagen können. Sicher ist sie nicht geringer als 9 gewesen; sie kann aber auch 14 oder 26 oder noch mehr betragen haben. Jeder bisherige Versuch, die maximale Grenze zu bestimmen, ging von einseitigen und unzureichenden Grundlagen aus.

Der gleichen Unsicherheit begegnen wir bei dem Versuche, die primäre Kiemenzahl der Kranioten zu bestimmen. Bei den am tiefsten stehenden derselben, den Myxinoiden, konnte unter specieller Berücksichtigung des *Bdellostoma polytrema* nur von einer Minimalzahl von 16 eumetameren Kiemen gesprochen werden (p. 626); dieselbe ist aber wohl grösser, da zwischen dem persistirenden Facialis und Vagus wahrscheinlich einige, übrigens numerisch nicht näher zu bestimmende, Kiemen ausgefallen sind. Von anderer Seite (Price) wird auf Grund ontogenetischer Untersuchungen an *Bdellostoma stouti* sogar auf 35 Kiemen geschlossen (p. 622). Wir wissen aber auch nicht einmal sicher, ob die kiemenreichste unter den bisher bekannten *Bdellostoma*-Arten (*Bd. polytrema*) den primordialen Verhältnissen am nächsten steht, denn man kann auch daran denken, obwohl das nicht viel Wahrscheinlichkeit für sich hat, dass hier eine sekundäre Vermehrung der Kiemenspalten eingetreten ist. Bei Petromyzonten und Gnathostomen erscheint auf Grund der bisherigen Beobachtungen die Zahl erheblich geringer, indem hier nur eine Maximalzahl von 8 (*Ammocoetes*, *Heptanchus*) gesehen resp. erschlossen wurde. Die Existenz von Skelettgebilden, welche vor der ersten beobachteten Kiemenöffnung (Spritzloch) sich befinden und mehreren visceralen Bogen entsprechen (Gegenbaur), sowie gewisse ontogenetische Befunde (van Wijhe, Dohrn, v. Kupffer, Kastschenko, Platt, Hoffmann u. A.)[3]) machen

1) Die Seitenfalten und der peribranchiale Raum legen sich bekanntlich nach den Untersuchungen von Lankester and Willey (1890 p. 445 ff.) in der ganzen Länge des Raumes an, wo später die Kiemen und Gonaden liegen, somit noch eine lange Strecke hinter den 14 primären Kiemenspalten an, ehe überhaupt eine tertiäre (Willey) durchgebrochen ist.

2) Die Zahl der vor dem Athemporus gelegenen Myomeren beträgt, wie schon mitgetheilt, nach Kirkaldy bei *Amphioxus lanceolatus* 35—36, bei *A. caribaeus* 37—38, bei *A. belcheri* 37 und bei *A. californiensis* 44—45; ich fand das Ende des Kiemenkorbes beim ausgewachsenen *A. lanceolatus* am 27.—28. Myomer. Die Differenz in unseren beiden Angaben erklärt sich durch den Umstand, dass der Athemporus bei *A. lanceolatus* um 8—12 Myomere weiter hinten liegt als das Ende des Kiemenkorbes.

3) Ich habe hier den praeoralen Darm und seine seitlichen Aussackungen im Auge und verweise diesbezüglich namentlich auf die genauen, auch die betreffende Litteratur eingehend würdigenden Untersuchungen

es aber wahrscheinlich, dass bei den Vorfahren derselben noch vordere, jetzt geschlossene und rückgebildete Kiemenöffnungen dazu kamen. Desgleichen führt die innerhalb der Gnathostomenreihe zu konstatirende Verminderung der Kiemenzahl durch successive Reduktion der hinteren Kiemen zu der insbesondere von Gegenbaur ausgesprochenen und näher begründeten Anschauung, dass den erwähnten 8 Kiemen einstmals noch eine Anzahl hinter ihnen liegender folgte. Sonach repräsentirt die Achtzahl eine wohl zu klein gegriffene Minimalzahl[1]) bei Petromyzonten und Gnathostomen; die wirkliche primordiale Zahl entzieht sich aber unserer bisherigen Kenntniss. Auch müssen wir damit rechnen, dass Akranier und Myxinoiden bei ihrem von den Vorfahren der Petromyzonten und Gnathostomen seitwärts führenden Entwickelungsgange die grosse Anzahl ihrer eumetameren Kiemen eventuell erst sekundär erwarben.

Mit diesen Darlegungen wollte ich nur angesichts so mancher, namentlich von ontogenetischer Seite gemachter Versuche, die primordiale Kiemenzahl der Vertebraten zu bestimmen, zur Vorsicht mahnen. Es liegt in der Schwäche der menschlichen Natur, dass man gern glaubt, das engbegrenzte Gebiet, welches man gerade mit Treue und Fleiss bearbeitet, eigne sich ganz besonders zum Ausgangspunkte für weitgehende Folgerungen, und man vergisst dabei gar zu leicht, dass hinter den Bergen noch ganze, der Untersuchung bisher entzogene Welten liegen. Gegenbaur hat bei seiner umfassenden Kenntniss und seinem hohen Standpunkte auch hier den weitesten Blick und zugleich die weiseste Maasshaltung bewiesen, indem er wohl grosse Perspektiven eröffnete, aber im Uebrigen sich mit der Bestimmung von Minimalzahlen (zunächst für die Gnathostomen) begnügte. Wer dagegen geglaubt hat, mit den bisher vorliegenden Materialien nicht nur Minimalzahlen, sondern überhaupt bestimmte, auch die eventuelle maximale Grenze umschreibende Zahlen geben zu können, hat sich m. E. ohne genügende Deckung zu weit vorgewagt. Ich neige bei Beachtung der Verhältnisse des *Amphioxus* und der Myxinoiden dazu, eine grössere Minimalzahl anzunehmen, als die Mehrzahl der bisher darüber handelnden Autoren, möchte aber selbst in dieser Hinsicht nichts Bestimmtes aussprechen. Wir stehen erst am Anfange der Kenntniss dieser Verhältnisse.

---

v. Kupffer's (1894 p. 22 f.). — Die Existenz von mehrfachen Kiemenbogen und Kiemenspalten (bis 5) im mandibularen und hyoidealen Gebiete, in der Art, wie van Wijhe, Dohrn, Beard u. A. dieselbe behaupten, ist erst noch zu erweisen.

1) Van Wijhe ist auf Grund seiner ontogenetischen Untersuchungen zur Annahme einer noch kleineren Zahl gekommen (1889 p. 561 f.), indem er von den von ihm früher (1882) angenommenen 4 Vaguswurzeln die zwei hinteren streicht und angiebt, dass das Gebiet, welches von den Kiemenzweigen des Vagus versorgt wird, ursprünglich viel kleiner war (dem 6. und 7. Kopfsomit angehörte) und sich erst danach um 2—4 Segmente (4 bei *Heptanchus*, *Chlamydoselache* und Cyclostomen) weiter nach hinten ausdehnte, ehe die später darin vorhandenen Kiemenspalten auftraten. Damit vermindert sich also, wenn ich den Autor richtig verstehe, die ursprüngliche Kiemenzahl um 2—4, und die Petromyzonten und Notidaniden zeigen nicht ein ursprüngliches, sondern ein mehr sekundäres Verhalten. Das Alles steht meiner an Gegenbaur anknüpfenden Auffassung diametral gegenüber. — Auch Dohrn kommt, allerdings auf ganz anderem Wege (bei Besprechung des Kiefer- und Zungenbeinapparates der Selachier), zu der Anschauung, dass hier nicht die Notidaniden, sondern vielmehr die Rochen die ursprünglicheren Verhältnisse gewähren und dass die der Notidaniden erst von denen der Rochen abzuleiten seien. Ueber die Frage der Kiemenspalten äussert er sich dabei nicht. Auch diesem Autor gegenüber kann ich nur betonen, dass diese Anschauungen für mich gänzlich unannehmbar sind.

Ueber das Verhalten des Kiemenkorbes zur Rumpfwand kann ich mich kürzer fassen. Wie schon erwähnt, liegt derselbe bei *Amphioxus*, abgesehen von seinem nothwendigen dorsalen Verbande mit dem Rumpfe, frei innerhalb der Rumpfwand, durch die ektodermale mit der Aussenwelt kommunicirende Peribranchialhöhle von ihr gesondert. In diese öffnen sich die Kiemenspalten, während sie bei den Kranioten an der Oberfläche des Körpers ausmünden.

Boveri hat bei der Vergleichung des Nierensystems des *Amphioxus* den fruchtbaren Gedanken ausgesprochen, dass die Kranioten einstmals auch eine Peribranchialhöhle nach Art des *Amphioxus* besassen, dass dieselbe sich aber weiterhin mehr und mehr verengerte und schliesslich nur noch in ihrem Vornierengange persistirt.

In eine speciellere Besprechung dieser von Boveri vorgetragenen und des Genaueren ausgeführten Anschauung einzutreten, ist hier nicht der Ort; von gewissen Differenzen abgesehen[1]), stehe ich in der Hauptsache auf einem ähnlichen Standpunkte wie er[2]). Ich bin danach geneigt anzunehmen, dass die Vorfahren der Vertebraten[3]) zuerst frei nach aussen sich öffnende Kiemenspalten besassen, dass dieselben danach durch ventrales Hinunterwachsen der Leibeswand in Gestalt der (eine innere viscerale und eine äussere somatische Muskulatur besitzenden) Bauchfalten Schutz erhielten und nun in den damit entstandenen Peribranchialraum einmündeten. Derselbe gelangte bei den Akraniern ebenso wie der Kiemenapparat derselben zu einer besonderen, einseitigen höheren Ausbildung, während er bei den Kranioten durch eine successive Verwachsung der Leibeswand (Bauchfalten) mit den Kiemen sich allmählich verengerte und schliesslich — unter gewissen Umbildungen — wohl nur noch in dem Vornierengange als seinem letzten Reste erhalten blieb[4]). Mit dieser Vereinigung der Leibeswand mit dem Kiemenkorbe[5]) und dem dadurch bedingten Verschlusse des Peribranchialraumes mussten sich neue äussere Oeffnungen der Kiemenspalten bilden, falls die Kiemen in ihren Funktionen nicht behindert werden sollten; dies geschah bei den Myxinoiden durch Ausbildung der äusseren Kiemengänge, welche die Kommunikation mit der äusseren Leibeswand und die Ausmündung der Kiemen nach aussen vermittelten. Wie schon bei den Myxinoiden ausgeführt (p. 626), geben

1) Uebrigens verweise ich auch auf die von Semon (1892 p. 102 f.), van Wijhe (1893 p. 165, 170), Platt (1894) und Götte (1895 p. 18 f.) gegen Boveri's Anschauungen geltend gemachten Bemerkungen und Einwände.

2) Gegenbaur (1887 A. p. 101 Anm. 1) hat hervorgehoben, dass die Kranioten von Formen abstammen, bei denen eine Peribranchialhöhle noch nicht besteht, wie in Larvenstadien des *Amphioxus*. Das war vor den Untersuchungen von Willey und Boveri. Wie er sich jetzt in dieser Frage verhält, ist mir unbekannt.

3) Nach den Untersuchungen von Willey (1893, 1894) und Seeliger (1893) dürfte die Peribranchialhöhle der Tunicaten wohl derjenigen des *Amphioxus* homolog sein. Immerhin sind die sehr bestimmten ontogenetischen Angaben von van Beneden et Julin (1885, 1886), wonach auch das Endoderm an ihrer Ausbildung sich betheilige, nicht ausser Acht zu lassen.

4) Auf die eventuelle Homologie der Peribranchialhöhle mit dem Vornierengange lege ich hierbei minderes Gewicht. Meine sonstigen Darlegungen können ganz gut ohne dieselbe bestehen.

5) Hierbei traten die inneren visceralen Muskeln der Bauchfalten in direkten Verband mit dem Visceralskelette, während sich die durch die Seitenfaltenhöhlen von ihnen getrennten somatischen Muskeln (ventraler Theil des Seitenrumpfmuskels) wahrscheinlich in dem Maasse zurückbildeten, als die inzwischen weiter lateralwärts ausgedehnte Seitenrumpfmuskulatur (cf. p. 646) mit ihren ventralwärts vorwachsenden mehr lateralen Elementen die ventrale Bauchwand verstärken half (Bauchplatten der Embryonen).

verschiedene Instanzen, insbesondere der Verlauf der ventralen Spinalnervenäste, an die Hand, eine derartige phylogenetische Entwickelungsbahn zu vermuthen und anzunehmen, wenn auch die Ontogenese dieser Bildungsvorgänge noch nicht bekannt ist[1]. Die Myxinoiden stehen sonach in dieser Hinsicht nicht allzufern von *Amphioxus*. Auch die Vorfahren der Petromyzonten und Gnathostomen mögen in früher phylogenetischer Zeit ähnliche Wege gegangen sein. Die Ontogenese offenbart davon nichts mehr, zeigt aber auch keine Bildung, welche diesen Annahmen ungünstig ist. Der bogenförmige Verlauf des Plexus cervicalis resp. des N. hypoglossus ist ein Zeichen höherer Differenzirungsvorgänge und von sekundären Verschiebungen im kranialen und branchialen Bereiche abhängig, über die bereits oben (p. 559 ff., 625) des Genaueren gehandelt wurde.

D. Ueber die Stellung der Petromyzonten, Myxinoiden und Akranier zu einander und zu den Gnathostomen. — Versuch einer metamerischen Vergleichung der Gehirn- und Spinalnerven.

Die Vergleichung der spino-occipitalen Nerven resp. der ihnen entsprechenden Gebilde innerhalb der Petromyzonten, Myxinoiden und Akranier, sowie mit den Gnathostomen wurde bereits in den vorhergehenden Kapiteln so weit gegeben, als dies meines Erachtens mit den bisherigen Materialien möglich erschien, ohne den Boden der gegebenen Thatsachen zu verlassen.

Allenthalben konnte die Existenz von Gebilden erwiesen werden, welche, nach dem Typus der Spinalnerven gebaut und ihnen in allen wesentlichen Eigenschaften gleichend, sich mit den occipitalen und occipito-spinalen Nerven der Selachier und ihrer Descendenten homologisiren liessen, ihre niedrigere Stellung aber damit bekundeten, dass sie entweder dem Cranium noch nicht assimilirt waren oder selbst nicht einmal gegen die ersten Cerebralnerven sich deutlich abgrenzten. Ein eigentliches Neocranium geht allen drei in diesem Abschnitte besprochenen Abtheilungen ab; das Cranium derselben, soweit es zum grösseren (Petromyzonten) oder kleineren Theile (Myxinoiden) knorpelig ausgebildet ist, repräsentirt ein reines Palaeocranium, das hinten mit der Labyrinthregion abschliesst. Der N. vagus tritt hier sonach an der hinteren Knorpelgrenze aus, und was bei den Selachiern als den Occipitalnerven Durchtritt gewährendes Neocranium anzusprechen war, existirt hier noch im bindegewebigen Zustande resp. in der Gestalt freier, getrennter Wirbelelemente. Bei den Akraniern fehlt jede gewebliche Differenzirung des Cranium gegenüber der Umhüllung des Rückenmarks. Man kann somit bei den Petromyzonten, Myxinoiden und Akraniern nicht von Occipitalnerven sprechen, sondern nur von Spinalnerven, welche den Occipitalnerven der Gnathostomen homolog sind. Und wenn für die ersten Spinalnerven der

1) Es ist auch sehr gut möglich, dass die Ontogenese diese phylogenetischen Entwickelungsgänge nur ganz unvollkommen rekapitulirt.

Petromyzonten und Myxinoiden wegen einiger Besonderheiten doch der Terminus „spino-occipitale Nerven“ gebraucht wurde, so geschah das mit der Reserve, dass es sich hier um Nerven handele, welche dahin tendirten, Occipitalnerven zu werden, welche partiell selbst gewisse Eigenschaften derselben erreicht hatten, aber doch noch nicht als ausgebildete Occipitalnerven angesprochen werden durften. Ich wählte darum auch möglichst indifferente Bezeichnungen (die Anfangsbuchstaben des griechischen Alphabetes) für sie, während zur Bezeichnung der Occipitalnerven der Selachier die Endbuchstaben des lateinischen Alphabetes gebraucht worden waren.

Bei den Selachiern, speciell den Notidaniden, wurden in Maximo 5 Occipitalnerven (*v*, *w*, *x*, *y*, *z*) gefunden, zugleich wurde aus gewissen, dort (p. 440) näher ausgeführten Gründen wahrscheinlich gemacht, dass die Vorfahren der Selachier vor *v* einige Occipitalnerven besessen haben dürften. Die wirklich beobachteten Occipitalnerven entbehren im ausgebildeten Zustande mit Ausnahme des letzten (*z*) der dorsalen Wurzeln und waren zugleich infolge einer sekundären Wanderung (p. 440 f.) so weit nach vorn geschoben, dass die ersten 2 bis 3 im Niveau des Vagus-Abganges und -Durchtrittes, der erste selbst davor sich fanden.

Bei den Petromyzonten folgten sämmtliche Spinalnerven (α, β, γ, δ, ε etc.) vom ersten ab auf den Vagus und besassen ebenfalls vom Anfang ab dorsale Wurzeln (Nerven), die zwei bis drei ersten allerdings in sehr schwacher Ausbildung. Zugleich bildeten die 2 (resp. 3) ersten, welche von den folgenden als „spino-occipitale Nerven“ hervorgehoben wurden[1]), einen kleinen Plexus, der wohl eine Folge besonderer Differenzirungen und Verschiebungen im Gebiete der ersten Rumpfmuskelmyomeren war. Wichtiger als dieser erwies sich ein anderer von mehr hinteren (mit ζ, η oder ϑ beginnenden) Spinalnerven gebildeter Plexus, welcher auf Grund seines bogenförmigen die Kiemenregion hinten umkreisenden Verlaufes und seiner Endverbreitung in den ventralen branchialen Myomeren des Seitenrumpfmuskels (hypobranchiale spinale Muskulatur) dem Plexus cervicalis[2]) der Selachier und anderen Gnathostomen verglichen werden konnte und damit zugleich den Schluss erlaubte, dass die Spinalnerven der Petromyzonten, mit Ausnahme des ersten oder der 2 bis 3 ersten den Occipitalnerven *v*, *w*, *x* etc. der Notidaniden homolog seien, dass somit das bei der Besprechung der Selachier als sehr wahrscheinlich erschlossene Vorhandensein von *u*, *t* etc. bei den Vorfahren derselben in der wirklichen Existenz von α, β resp. α, β, γ[3]) bei den Petromyzonten eine thatsächliche Parallele fand. Die Petromyzonten nähern sich somit in der Bildung des Plexus cervicalis, in der heptanchen Beschaffenheit ihres Visceralapparates und in der Dysmetamerie zwischen ihren Branchiomeren, sowie dorso-lateralen und ventralen branchialen Myomeren des Seitenrumpfmuskels (p. 606 f.) den Selachiern, stehen aber in dem Vorkommen von Homologen

1) Mit dieser Benennung wurde aber in keiner Weise behauptet, dass diese den Occipitalnerven der Selachier homolog seien.

2) Plexus cervicalis nach meiner Nomenklatur bei den niederen Gnathostomen, aus welcher sich bei den höheren der Plexus hypoglosso-cervicalis s. str. entwickelte.

3) Hinsichtlich dieser variabeln Verhältnisse verweise ich auf die Besprechung bei den Petromyzonten (p. 605 f.).

mehr vorderer Occipitalnerven, als bei den primitivsten Haien wirklich zur Beobachtung kamen, sowie darin, dass diese dorsale Wurzeln, wenn auch in sehr reducirtem Zustande, noch besitzen und dass sie erst kaudal auf den Vagus folgen, erheblich tiefer als diese Vertreter der Gnathostomen; dazu kommt noch der getrennte Verlauf der dorsalen und ventralen Spinalnerven, die sich nicht zu Stämmen vereinigen, und die sehr einfache Anordnung des Seitenrumpfmuskels und seiner histologischen Elemente.

Noch tiefer stehen die Myxinoiden. Hier konnte durch speciellere Vergleichung mit grosser Wahrscheinlichkeit erschlossen werden, dass von den Spinalnerven (α', β', γ', δ', ε' etc.) derselben erst der dritte und die auf ihn folgenden denen der Petromyzonten homolog sind ($\gamma' = \alpha$, $\delta' = \beta$ etc.), dass somit für den Fall, wo β und α der Petromyzonten den Occipitalnerven u und t entsprachen[1]), β' und α' der Myxinoiden die Reihe um zwei (s und r) weiter nach vorn fortsetzen. Zugleich zeigte sich hier eine weit bessere Ausbildung der dorsalen Wurzeln als bei den Petromyzonten[2]), sowie — ein hier als primitiv zu beurtheilender und nicht erst durch Vorwanderung erzielter Ursprung des ersten Spinalnerven (α') zwischen Vagus und Acustico-Facialis. Damit verwischt sich die topographische Grenze zwischen Spinal- und Cerebralnerven und ein Verhalten kommt zur Beobachtung, welches bereits an *Amphioxus*-artige Zustände erinnert. Weitere Kennzeichen einer tieferen Stellung wurden gefunden in dem gesonderten Durchtritte der Wurzelbündel (meist 2, ausnahmsweise auch mehr) der ventralen Nervenwurzeln, in dem Mangel eines die Kiemenregion hinten umkreisenden Plexus cervicalis, indem die Spinalnerven im branchialen Bereiche unbeirrt von den Kiemen in transversaler Richtung zwischen den äusseren Kiemenöffnungen (*Bdellostoma*) oder vor der gemeinsamen Ausmündung der Kiemen (*Myxine*) verlaufen, in dem späten Verbande der sensibeln und motorischen Antheile der Gehirnnerven, in der Existenz von motorischen Elementen im R. ophthalmicus profundus, in dem Fehlen eines Ram. lateralis vagi, in der minimalen Ausbildung von Anastomosen der Spinalnerven mit dem Ram. branchio-intestinalis vagi, bei gewissen *Bdellostoma*-Arten in der erheblichen Anzahl ihrer Kiemen, in der reinen oder nur geringgradig gestörten Eumetamerie zwischen Branchiomeren und den dorsolateralen und ventralen Myomeren des Seitenrumpfmuskels.

In allen diesen Merkmalen gaben die Myxinoiden eine Mittelstellung zwischen den Petromyzonten und Akraniern zu erkennen und liessen zugleich daran denken, dass ihre Vorfahren noch mehr Berührungspunkte mit *Amphioxus* (z. B. einen Peribranchialraum) besassen. Mit diesen Kennzeichen einer primitiven Stellung verbinden sich auch einzelne Merkmale, worin die Myxinoiden höher stehen als die Petromyzonten (Zusammentritt der Spinalnervenwurzeln zu einem Stamme, makroskopischer und mikroskopischer Bau der Seitenrumpfmuskeln) oder womit sie einen ganz einseitigen Entwickelungsweg bekunden (z. B. die kaudale Lage der Kiemen, Entfaltung und

1) Bei der geringgradigen Variirung der bezüglichen Verhältnisse bei den Petromyzonten erweist sich auch die Zählung bei den Myxinoiden als eine etwas schwankende.

2) Von α' konnte ich bisher nur die dorsale Wurzel sicher nachweisen, während bezüglich der ventralen noch weitere Untersuchungen an besser konservirtem Material nöthig sind.

Ausdehnung des N. intestinalis). Solche Zeichen höherer und einseitiger Differenzirung verbinden sich auch in anderen Abtheilungen mit den durchgreifenden Charakteren eines einfacheren Baues; hierbei besteht meines Erachtens kein Zweifel, dass die primitiven Kennzeichen bei den Myxinoiden die weitaus überwiegenden sind und deren Stellung bestimmen.

Die Akranier zeigen noch viel primitivere Verhältnisse. Spinalnerven und Cerebralnerven sind bei ihnen in der Hauptsache so ähnlich gebildet, dass eine direkte Scheidung derselben von einander nicht möglich ist; nur durch den Vergleich mit den Nerven der Kranioten kann versucht werden zu bestimmen, was von ihnen bei diesen zu Spinalnerven, was zu Cerebralnerven sich entwickelt hat. Die ventralen Wurzeln treten mit sehr zahlreichen feinen Wurzelfäden getrennt aus und gehen in der Hauptsache sofort an die von ihnen innervirte Muskulatur, welche sich nach ihrer Lage zu den dorsalen Nerven (deren Spinalganglienzellen sich noch nicht zu kompakten Spinalganglien konsolidirt haben) als eine mehr innere (mediale) und nach ihrer sonstigen makroskopischen und histologischen Bildung als eine noch erheblich tiefer stehende als diejenige der Petromyzonten zu erkennen giebt. Desgleichen zeigt der Kiemenapparat mit seinen zahlreichen Kiemen und seiner Freiheit gegenüber der von ihm gänzlich getrennten Rumpfwand (die darum auch nicht von den äusseren Ausmündungen der Kiemen unterbrochen wird) bei aller Besonderheit seiner Ausbildung doch ein ungemein primitives Gepräge.

Diese gedrängte Rekapitulation möge vorerst genügen[1]). Einen wie kleinen Theil der Organisation der Petromyzonten, Myxinoiden und Akranier diese Merkmale auch umfassen, so reichen sie vollständig aus, um diesen drei Abtheilungen eine systematische, genealogische Stellung tief unter den Gnathostomen anzuweisen, um die Myxinoiden erheblich tiefer als die Petromyzonten und die Akranier wieder weit unter die Myxinoiden zu stellen. Es ist das grosse und bleibende Verdienst Haeckel's, diesen Beziehungen Ausdruck gegeben zu haben, indem er *Amphioxus* als Vertreter der Akrania (Leptocardia) allen anderen Vertebraten (Craniota, Pachycardia) gegenübersetzte und die Kranioten wieder in die tiefere Abtheilung der Cyclostoma s. Monorhina s. Marsipobranchia (mit den Ordnungen der Myxinoides und Petromyzontes) und die höhere der Gnathostoma s. Amphirhina (mit allen übrigen Wirbelthieren) sonderte. Es dürfte z. Z. wohl kaum noch einen Zoologen von Bedeutung geben, der ihm darin nicht im Wesentlichen folgte[2]).

Dass unter den Cyclostomen die Petromyzonten (Hyperoartia J. Müller's) die höhere und jüngere, die Myxinoiden (Hyperotreta J. Müller's) die primitivere und

---

1) Bezüglich aller weiteren Vergleichungspunkte verweise ich auf den speciellen Inhalt der vorausgehenden Kapitel A, B und C, sowie auf die weiter unten folgenden Auseinandersetzungen.

2) Howes (1892) hat diesen älteren Terminis neuerdings noch zwei weitere zugefügt, indem er nach der äusseren Ausmündung des Hypophysenganges und dem Mangel oder der Existenz der paarigen Extremitäten die Cyclostomen als Epicraniata oder Apterygia, die Gnathostomen als Hypocraniata oder Pterygiophora bezeichnete.

ältere Abtheilung repräsentiren, wird auch fast allgemein anerkannt; meines Wissens ist es nur SCHNEIDER (1879 p. 82), der auf Grund des histologischen Verhaltens der Leibesmuskeln, der Verbindung der Spinalnervenwurzeln zu Stämmen und der Bildung des Zungenbeins den Myxinoiden ausdrücklich eine höhere Entwickelungsstufe zuweist[1]). Den angeführten Zeichen einer höheren und einseitigen Specialisirung kann man noch die Beschaffenheit der Nasenkapsel und gewisse vereinzelte Züge im Visceralapparat zufügen; ihnen stellt sich aber eine Reihe primitiver Organisationsverhältnisse (mangelhafte Verknorpelung des Schädels und der Wirbelsäule, fehlende oder nur ganz unbedeutend entwickelte Kiemenknorpel, gracile Beschaffenheit des ganzen Skelettsystemes, Verhalten von Ohr und Auge, Kommunikation des hinteren Endes des Hypophysenganges mit der Mundhöhle, Nierensystem etc.) gegenüber, welche bei der Beurtheilung den Ausschlag geben und bereits von J. MÜLLER hinreichend gewürdigt wurden; auch PRICE's neuere Untersuchungen sind der tiefen Stellung der Myxinoiden nur günstig. Mag hierbei auch Vereinzeltes sein einfaches Gesicht der weiter vorgeschrittenen parasitären Lebensweise der Myxinoiden verdanken, so erweist sich die überwältigende Summe der Merkmale als eine wirklich primitive, welche jede Descendenz von *Petromyzon*-artigen Verhältnissen ausschliesst[2]). Zugleich lehrt aber auch die genauere Vergleichung, dass bei beiden Abtheilungen Organisationsverhältnisse vorliegen, welche jede nähere Verwandtschaft gänzlich abweisen. In ihrem Skelettsystem, dem Verlaufe ihrer Spinalnerven im branchialen Gebiete, dem Verhalten ihres N. vagus, der hinteren Kommunikation ihres Hypophysenganges, in gewissen Besonderheiten ihres Kiemenapparates und ihres Urogenitalsystemes, um nur einige Grundzüge hervorzuheben, unterscheiden sich die Myxinoiden mehr und principieller von den Petromyzonten[3]) als z. B. die Selachier von den Säugethieren; in einzelnen Merkmalen stellen sie sich selbst weiter ab von den Petromyzonten als diese von den Gnathostomen und zeigen zugleich (s. oben) mancherlei Hinneigungen nach den Akraniern. Ich habe mich daher auch niemals mit der althergebrachten Vereinigung dieser beiden so heterogenen Abtheilungen zu den Cyclostomen befreunden können und habe dem auch seit 15 Jahren in meinen vergleichend-anatomischen Vorlesungen Ausdruck gegeben. Meine neueren Befunde zusammen mit denen von PRICE befestigen mich nur in dieser Ueberzeugung und lassen mich die Myxinoiden

---

1) Auch WIEDERSHEIM scheint in mancher Beziehung die Myxinoiden höher zu stellen als die Petromyzonten resp. in gewissen Organisationsverhältnissen (so auch in der Kiemenorganisation, die „direkt aus der der Petromyzonten abzuleiten" sei, 1886 p. 605) als ihre Descendenten zu betrachten.

2) Unter den Myxinoiden steht *Bdellostoma* mit seinen gesondert ausmündenden Kiemen, die noch gar keinen knorpeligen Schutz besitzen, seiner schlankeren Gehirnbildung und seinem minder reducirten Auge, wie allgemein anerkannt wird, tiefer als *Myxine*. Beide sind übrigens sehr nahe verwandte Thiere.

3) Dabei kommen selbstverständlich auch gewisse Aehnlichkeiten — denn Beide sind tiefstehende Kranioten und haben eine analoge Lebensweise — zur Beobachtung. Dieselben dürfen aber nicht überschätzt werden. Wenn z. B. RETZIUS (1891 p. 53) sagt, dass die prinzipiellen Bauverhältnisse des Rückenmarks von *Petromyzon* denen von *Myxine* so ähnlich sind, dass es sich kaum lohnen würde, ihm eingehendere Studien mittelst der Methylenblau-Methode zu widmen, oder STUDNICKA (1894 p. 312), dass das Gehirn von *Myxine* demjenigen von *Petromyzon* sehr ähnele, so kann ich dem nicht zustimmen und dazu auch auf die weitere Angabe von RETZIUS (1893 p. 63) verweisen, wonach das Gehirn von *Myxine* sich in auffallender Weise von dem der Petromyzonten unterscheidet und sich bedeutend von ihm und den embryonalen Gehirnen der Wirbelthiere entfernt hat.

als Distoma[1]) von den Petromyzonten ablösen und erst auf sie die Petromyzonten als einzige Vertreter der Cyclostoma folgen[2]).

Das bisherige System der Wirbelthiere würde danach die folgende Modifikation erhalten:

I. *Acrania* (*Amphioxina*).
II. *Craniota.*
  1. *Distoma* (*Myxinoides*).
  2. *Cyclostoma* (*Petromyzontes*).
  3. *Gnathostoma.*
    a. *Anamnia* (*Pisces*; *Dipneusta*; *Amphibia*).
    b. *Amniota* (*Reptilia et Aves*; *Mammalia*).

Anknüpfungen der „Cyclostomen" (Distomen und Cyclostomen) an die Gnathostomen sind nach verschiedenen Seiten hin gesucht worden; einmal sei die namentlich von Huxley (1876), W. K. Parker (1882, 1883) und Götte (1890) vertretene Anschauung von der Verwandtschaft der Petromyzonten (*Ammocoetes*) mit

1) Ich entnehme diese Bezeichnung derjenigen Besonderheit der Myxinoiden-Organisation, welche schon J. Müller (1836 p. 32) als die eigenthümlichste bezeichnete, nämlich der Einmündung des Nasengaumenganges in die Mundhöhle (Hyperotreta). Es handelt sich hier wohl um eine offene Kommunikation des Hypophysenganges mit dem Digestionsrohr und ich bin recht geneigt, dieselbe mit Beard (1888 p. 23) und v. Kupffer (1894 B. p. 60) als ein sehr primitives Merkmal, als die noch in Funktion befindliche Persistenz eines älteren Vertebratenmundes (Palaeostoma v. Kupffer's) aufzufassen. Den gleichen Gedankengang hat wohl auch Dohrn schon 6 Jahre früher (1882 p. 185) gehabt, indem er in seiner verdienstvollen Abhandlung über die Ontogenese und Phylogenese der Hypophysis von *Petromyzon* die Wichtigkeit der Untersuchung der Entwickelungsgeschichte der Myxinoiden für diese Frage hervorhebt. Price (1896 B. p. 82) hat dieses Desiderat zum Theil erfüllt und, wenn ich ihn recht verstehe, gefunden, dass bei *Bdellostoma* der ältere Mund (Palaeostoma) sich früher als der neue (Neostoma v. Kupffer's) ausbildet. Dass bei den Gnathostomen die Hypophyse sich in der Regel später als der bleibende Mund entwickelt, dürfte als sekundäre Heterochronie zu deuten sein, indem, wie das so oft geschieht, auch hier die Ontogenese eines rudimentären Organes sich verzögerte und verspätete. Wenn ich auch gern zugebe, dass in dem Verhalten der Hypophysis der Myxinoiden noch nicht alles klar liegt (ich erinnere u. A. an die Kontroverse v. Kupffer 1894 B. p. 60f. und Retzius 1895 p. 19f.), so wird dadurch doch die allgemeine Auffassung des Palaeostoma und Neostoma m. E. nicht tiefer getroffen. Dagegen ist die von Hatschek (1892 p. 139f.) ausgeführte Vergleichung der Hypophysis von *Amphioxus* und *Ammocoetes* unvereinbar mit der v. Kupffer'schen Theorie. Bis zur definitiven Entscheidung sind jedenfalls weitere Untersuchungen abzuwarten. — Dass das Palaeostoma auch nur einen sekundären Durchbruch des Nahrungsrohres repräsentirt, dass die älteste Ingestionsöffnung der Vertebratenvorfahren aber durch den Gastrulamund (Prostoma) gebildet wird, ist allgemein bekannt. Es dürfte sich vielleicht empfehlen, die drei aufeinander folgenden Mundbildungen als Prostoma, Deuterostoma (Mesostoma) und Tritostoma (Metastoma) zu bezeichnen.

2) Herr Professor H. Klaatsch, der mich auf dem Wege nach dem Anatomenkongresse in Berlin im April d. J. hier besuchte und dem ich von der fundamentalen Bedeutung der Price'schen Untersuchungen, sowie von meinen Untersuchungen an *Myxine* und *Bdellostoma* und meinen Anschauungen über die systematische Stellung dieser Thiere Mittheilung machte, war (wenn auch nicht von mir dazu autorisirt) so liebenswürdig, dieselben in der Diskussion zu dem Price'schen Vortrage zum öffentlichen Ausdrucke zu bringen. In dem Berichte darüber (Verh. der Anat. Ges. 1886 p. 86) ist, wohl durch die Schuld des Setzers, mein Name nicht erwähnt. Das ist natürlich durchaus gleichgültig. Ich möchte aber daran anknüpfend jetzt Gelegenheit nehmen zu erwähnen, dass ich der Ueberzeugung bin, dass lange vor Price's und meinen Untersuchungen zahlreiche Morphologen und gewiss auch J. Müller angesichts der in die Augen springenden fundamentalen Differenzen im Bau der Myxinoiden und Petromyzonten zu der klaren Anschauung von der weiten Kluft, welche beide Abtheilungen trennt, gekommen sind, derselben aber, weil sie sich auf die rein-morphologische Behandlung beschränkten, keinen systematischen Ausdruck gaben. Uebrigens sei auch erwähnt, dass Schneider (1879 p. 82) die grosse Verschiedenheit im Baue beider ausdrücklich hervorhebt, dass er anräth, dieselben als Vertreter zweier weit auseinandergehenden Typen anzuerkennen, dass er sie (p. 112, 113) als zwei gesonderte, den Leptocardiern, allerdings auch den Ganoiden + Teleostiern, sowie den Selachiern etc. gleichwerthige Abtheilungen aufführt und, gerade so wie ich in den vorliegenden Untersuchungen, den Terminus „Cyclostomen" vermeidet.

den Amphibienlarven hervorgehoben[1]), dann die genealogische Gruppirung BEARD's (1890), welcher die Marsipobranchier und Ganoiden (mit den von ihnen abstammenden Teleostiern) von den Protoganoiden ableitet und damit den Protoselachiern (welche den Selachiern, Dipnoern und Amphibien Ursprung geben) gegenüberstellte. Meine eigenen Untersuchungen sind allen diesen Anschauungen nicht günstig. Doch will ich nicht ableugnen, dass in den Entwickelungsverhältnissen und in der definitiven Organisation der Amphibien manche Aehnlichkeiten existiren, welche nicht bloss auf heterogenetische Larvenanalogien (cyclostome Anpassungen der Mundbildung) zurückzuführen sind, sondern wirklich gewisse, allerdings ausserordentlich entfernte Verwandtschaften zum Ausdruck bringen; zwischen den Amphibien und den primordialen Vorfahren der Ammocoeten existirte eine lange Reihe von Ahnen, deren Organisation aber auf Grund der bisherigen Untersuchungen noch sehr wenig aufgehellt ist.

Unverkennbar weisen die Petromyzonten und Myxinoiden mannigfache Züge von Degeneration infolge ihrer veränderten dem Parasitismus sich nähernden Lebensweise auf. Ihre freilebenden Vorfahren haben gewiss dieses oder jenes Organ in etwas besserer Ausbildung besessen als die jetzt lebenden Nachkommen. Diese an sich durchaus gesunde Anschauung hat bekanntlich DOHRN dazu geführt, fast allenthalben nach Merkmalen der Verkümmerung zu suchen, dieselben auch wirklich bei den Cyclostomen zu finden und danach deren Organisation von derjenigen der Gnathostomen unter Annahme fortgesetzter Degenerationen abzuleiten. Unter konsequenter Durchführung dieser Degenerationsidee ist er schliesslich auch dazu gelangt, den wie *Ammocoetes* im Sande lebenden *Amphioxus* und die Ascidien als weiter degenerirte Cyclostomen, somit als ursprüngliche Descendenten der Gnathostomen aufzufassen. Die betreffende Abhandlung DOHRN's (1875) enthält neben manchen guten und fruchtbaren Anschauungen und richtigen Beobachtungen eine ungewöhnliche Fülle von Behauptungen, welche sich schlechterdings nicht mit den zu Recht bestehenden Thatsachen vereinigen lassen und von denen wohl DOHRN selbst jetzt nach gewonnener besserer Kenntniss einen recht guten Theil nicht mehr festhält[2]). Wie für die Petromyzonten und Myxinoiden gilt auch für *Amphioxus*, dass derselbe allerdings manchen degenerativen Zug aufweist, dass aber für den, welcher den Thatsachen nicht gänzlich den Rücken kehrt, gar nicht daran zu denken ist, ihn von den höheren Cyclostomen und ultima ratione gar von den Gnathostomen abzuleiten. Fast alle neueren genauen Untersucher haben denn auch die Degenerationshypothese verurtheilt, und manches, was selbst eine vorsichtige Beurtheilung bei *Amphioxus* als degenerativ ansah, wird neuerdings für primordial und ancestral erklärt (vergl. u. A. AYERS 1890 und WILLEY 1894). Diesem anderen Extrem der Anschauungen kann ich nicht allenthalben zustimmen.

---

1) PARKER ist selbst so weit gegangen, die Myxinoiden und Petromyzonten mit den Anuren (die er hierbei von den übrigen Amphibien abtrennt) zu einer Abtheilung zu vereinigen.

2) Zehn Jahre später (1885 C. p. 428 f.) ist DOHRN nochmals auf die Organisation des *Amphioxus* eingegangen und hat eine Anzahl (8) Charaktere desselben auf das Palingenetische und Caenogenetische in ihnen besprochen. Ich stimme ihm hier zum kleineren Theile bei, zum grösseren aber weiche ich von ihm ab.

Dass *Amphioxus* neben seiner überwiegend sehr primordialen Organisation auch einzelne Verhältnisse aufweist, welche Kennzeichen einer besonderen, einseitig weiter gegangenen Entwickelung sind (u. A. hebe ich die Chorda, die Pleometamerie der Kiemen, die extreme Entwickelung der Seitenfalten und des Peribranchialraumes, die namentlich bei *Paramphioxus* zahlreichen hochgradigen Asymmetrien hervor), ist anerkannt; man wird sonach die jetzt lebenden Vertreter nicht zum Ausgangspunkte für die Kranioten machen können, sondern hierbei an einen Vorfahren denken, welcher nach Abzug der verschiedenen Kennzeichen von Degeneration und einseitiger Differenzirung nur primordiale Züge aufwies. Ein solcher kann an der Hand der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie mit den Kranioten als wirkliches Urwirbelthier konstruirt werden, ist auch schon wiederholt — allerdings zum Theil in recht wunderlicher Gestalt — konstruirt worden. Ich finde meine Aufgabe jetzt nicht darin, auf diese primordiale Idealgestalt weiter einzugehen, verweise aber auf die von genialem Blicke und grosser Auffassung zeugenden Ausführungen Haeckel's in der neuen Auflage der systematischen Phylogenie (1895 p. 201ff.)[1]).

Ich wende mich jetzt zu der Frage der Vergleichung der Gehirn- und Spinalnerven. Ueber dieselbe ist schon seit sehr langer Zeit nachgedacht worden; zahlreiche Probleme wurden gestellt und viele Antworten gegeben. Es würde gänzlich ausserhalb des Rahmes dieser Arbeit fallen, wenn ich auf die überreiche diesbezügliche Literatur ausführlich einginge. Die folgenden anspruchslosen Bemerkungen sollen diese nur streifen[2]) und sehen überhaupt von einer gründlichen Behandlung der Frage ab.

Das Schlusskapitel G. des II. Abschnittes kam zu der Entscheidung, dass man innerhalb der Gnathostomen noch genau zwischen cerebralen oder palaeokranialen Nerven und spinalen Nerven scheiden könne und müsse, mochten nun letztere bereits in das Kranium aufgenommen sein (spino-occipitale oder neokraniale Nerven) oder noch im Bereiche der gegliederten Wirbelsäule (freie spinale Nerven) sich befinden. Der N. hypoglossus der höheren Gnathostomen konnte als Abkömmling der spino-occipitalen Nerven (speciell sogar der occipito-spinalen Nerven) dem palaeokranialen N. vago-accessorius scharf gegenüber gestellt werden.

Aber an dieses Ergebniss schloss sofort die weitere Frage an, ob bei den tiefer stehenden Vertebraten diese Grenze schon bestehe, ob nicht hier topographische und morphologische Uebergänge zwischen cerebralen und spinalen Nerven existirten, ob nicht die bei diesen zu beobachtenden Verhältnisse Aussicht auf die Beantwortung der Frage von der metamerischen Vergleichung beider Kategorien, die innerhalb der Gnathostomen nicht direkt lösbar erschien (p. 571), geben könnten. Auf p. 569—571 stellte ich zwei diesbezügliche Fragen, von denen die eine von der specielleren

1) Ausserdem hebe ich aus der neuesten Literatur über die genealogischen Beziehungen des *Amphioxus* zu den Wirbellosen Korschelt und Heider (1893), Willey (1894) und Goette (1895) hervor.

2) Ich enthalte mich daher hier auch aller ausführlicheren und specielleren Literaturnachweise.

Zusammensetzung der cerebralen und spinalen Nerven ausging, die andere die metamerische Aufeinanderfolge beider Kategorien in Betracht nahm, und wandte mich danach in diesem III. Abschnitte zur Besprechung der Verhältnisse bei den Petromyzonten, Myxinoiden und Akraniern. Die Behandlung derselben zeigte zugleich die Verdienste, welche sich namentlich VAN WIJHE[1]), v. KUPFFER und HATSCHEK um die Lösung dieser Fragen erworben haben; nächst den fundamentalen und bahnbrechenden Arbeiten GEGENBAUR's werden ihre Untersuchungen immer einen Ehrenplatz beanspruchen dürfen.

1. Zusammensetzung der Spinal- und Cerebralnerven.

Der Vergleichung beider Kategorien nach ihrer Zusammensetzung lasse ich eine kurze Beschreibung beider vorausgehen.

a. Spinalnerven.

Bekanntlich setzen sich die typischen Spinalnerven der Gnathostomen aus dorsalen und ventralen Wurzeln zusammen. Die dorsalen Wurzeln bestehen in der Hauptsache aus sensibeln Fasern (für die ektodermale Körperoberfläche, die entodermale Schleimhaut [sympathico-sensible Fasern] und das mesodermale Stützgewebe mit seinen Abkömmlingen), welche, wie es scheint, durchweg von peripherischen, hauptsächlich in den Spinalganglien befindlichen Ganglienzellen beginnen. Diese Spinalganglien enthalten daneben die sogenannten durchtretenden Fasern[2]), deren Existenz und Verlauf noch nicht allenthalben festgestellt ist; zum Theil mögen dieselben mit weiter peripher gelegenen Ganglienzellen (des Sympathicus?) zusammenhängen und dann wohl auch sensibler Natur sein; zum Theil aber gehen sie von centralen Ganglienzellen des Rückenmarks (namentlich in dessen ventro-lateralem Bereiche)[3]) nach Art motorischer Nerven aus, steigen in der Medulla in schräg dorsolateralwärts gerichtetem Verlaufe zu den Spinalganglien auf, durchsetzen dieselben, ohne mit ihren oder mehr peripherischen Ganglienzellen in Verband zu stehen, und gehen, wie es scheint, zu der den Seitenplatten entstammenden Muskulatur der Gefässe und Eingeweide. Die letzteren Fasern wurden daher auch von vielen Autoren als centri-

1) Ich stehe nicht an, die von VAN WIJHE 1882 gegebene Verbesserung des BELL'schen Gesetzes als eine der glücklichsten morphologischen Thaten der letzten Decennien zu bezeichnen. Uebrigens hat auch SCHNEIDER, wie VAN WIJHE selbst hervorhebt, das grosse Verdienst, die allgemeine Scheidung der hierbei in Frage kommenden Muskulatur mit Rücksicht auf ihre Genese klar erkannt zu haben; die Seitenrumpfmuskeln (Parietalmuskeln SCHNEIDER's) lässt er aus den Somiten (Rückenplatten SCHNEIDER's), die Visceralmuskeln aus den beiden Seitenplatten (Aussenfläche des Darmblattes und Aussenfläche des Peritonealsackes SCHNEIDER) entstehen (1879 p. 109). Dass er in der speciellen Vertheilung beider Kategorien nicht immer glücklich ist, beeinträchtigt das allgemeine Verdienst in keiner Weise.

2) Hinsichtlich derselben verweise ich auf BIDDER (1847), KÖLLIKER (1859—1896), SCHWALBE (1868), FREUD (1878), v. LENHOSSÉK (1884, 1892), GAD (1887), JOSEPH (1887), EDINGER (1889—1896), RAMON y CAJAL (1890), SINGER und MÜNZER (1890), GEHUCHTEN (1893) u. A.

3) Dazu kommen bei den Anamniern, namentlich bei Embryonen, doch auch im postembryonalen Leben, die sog. Hinterzellen (ROHON'sche Zellen etc.), deren Fasern rein lateral auftreten (cf. p. 584 Anm. 1). Wie weit diese Fasern mit den LENHOSSÉK-CAJAL'schen Nerven identisch sind, wie weit sie überhaupt bleibende Gebilde darstellen, ist noch zu bestimmen.

fugale oder sympathico-motorische aufgefasst; ich will sie zum Unterschiede von den sensibeln, den dorsalen Fasern s. str., als laterale Fasern bezeichnen. Die ventralen Wurzeln entstammen centralen, im ventralen Bereiche der grauen Substanz des Rückenmarks gelegenen Ganglienzellen, verlaufen in ventraler Richtung durch die Medulla und begeben sich in der Hauptsache zu der somitogenen Seitenrumpfmuskulatur mit allen von ihr sekundär abstammenden Muskeln; zum kleineren Theile senden sie aber auch sympathische (viscero-motorische und vasomotorische) Fasern an die viscerale und vasomotorische Muskulatur ab[1]). Die dorsalen Wurzeln der Spinalnerven enthalten somit zum grösseren Theile dorsale sensible, zum kleineren Theile wohl laterale sympathico-motorische Fasern; die ventralen Wurzeln sind rein motorisch (somato-motorisch und sympathico-motorisch). Nach dem Austritte aus der Wirbelsäule verbinden sie sich später (niederste Gnathostomen) oder früher (meiste Gnathostomen) zu einem gemischten Stamme, welcher sich in seine drei gemischten Hauptäste, Rami dorsales, ventrales und viscerales, theilt; bei vielen niederen Wirbelthieren können die letzten auch vor der Vereinigung der Wurzeln separat abgehen. Der erste Verlauf der Spinalnerven geschieht in der Tiefe der Seitenrumpfmuskulatur, von ihr grösstentheils bedeckt. An den vorderen, in das Neokranium aufgenommenen Nerven, den occipitalen Nerven der Anamnier, treten die dorsalen Wurzeln meist in Rückbildung und verkümmern grösstentheils vollkommen; dann bleiben nur die ventralen Wurzeln mit ihren somato-motorischen Fasern für die epibranchialen Muskeln und die Anfänge der Seitenrumpfmuskulatur und der hypobranchialen Muskeln (hintere Kopfsomiten, metaotische Somiten der Embryonen)[2]) und die sympathico-motorischen Fasern übrig. Das Gleiche gilt in der Hauptsache für die occipito-spinalen Nerven der höheren Wirbelthiere, welche sich schliesslich zum N. hypoglossus specialisiren. — Die Petromyzonten und Myxinoiden zeigen in der Hauptsache dieselben Verhältnisse; bei ersteren scheinen die Hinterzellenfasern einen recht wesentlichen Antheil an den dorsalen Wurzeln zu bilden und mit den viscero-motorischen Fasern der ventralen Wurzeln an der Innervation der visceralen Muskeln sich zu betheiligen. Dorsale und ventrale Wurzeln vereinigen sich bei den Myxinoiden ähnlich wie bei den niederen Gnathostomen zu einem Nervenstamm; bei den Petromyzonten kommt es nicht zu dieser Vereinigung und Stammbildung. — Bei den Akraniern bleiben nicht nur die dorsalen und ventralen Wurzeln (Nerven) durchaus getrennt, sondern die Wurzelfasern der letzteren bilden nicht einmal eine zusammenhängende Wurzel und treten sofort einzeln an die von ihnen versorgten Platten (Bänder) des Seitenrumpfmuskels. Viscero-motorische Fasern wurden im Gebiete der ventralen Nerven bisher nicht gefunden; sie werden allein von den dorsalen Nerven abgegeben und entstammen wahrscheinlich centralen Zellen (z. Th.

---

1) Bei den somato-motorischen Fasern geschieht die Endigung direkt, bei den sympathico-motorischen indirekt, indem hier die cerebro-spinalen motorischen Fasern (praeganglionic fibres, praecelluläre Fasern) erst durch Vermittelung sympathischer Ganglienzellen und Ganglienfasern (postganglionic fibres, postcelluläre Fasern) auf ihre Endorgane einwirken (vergl. auch Kölliker 1893—96).

2) Gegenbaur (1887 A.) bezeichnet sie direkt als Rumpfsomiten, Rabl (1889) fasst sie als erste Urwirbel auf.

Homologen der Hinterzellen). Wesentlich abweichend von den Verhältnissen bei den Kranioten ist der subkutane, oberflächlich von der Seitenrumpfmuskulatur stattfindende Verlauf der dorsalen Nerven; ich versuchte denselben durch Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Seitenrumpfmuskulatur der Akranier und Kranioten zu erklären und fand in gewissen Verhältnissen bei den Myxinoiden, wie in dem Verhalten der epibranchialen Muskeln der Haie die vermittelnden Instanzen (p. 646, 649).

Unsere Kenntniss der ontogenetischen Entwickelung der Spinalnerven der Kranioten ist Dank den vereinten Bemühungen zahlreicher Embryologen als eine in den wesentlichen Grundzügen gesicherte zu bezeichnen; bezüglich der specielleren Histogenese bestehen dagegen noch zahlreiche Differenzen, wobei namentlich die Kontroverse, ob die Nervenfasern durch Auswachsen von den Ganglienzellen oder durch Vereinigung von nervösen Zellenketten zu Stande kommen, noch nicht befriedigend gelöst ist. Auf diese Frage soll hier nicht eingegangen werden. Für den Hauptteil der dorsalen Wurzeln (dorsale sensible Fasern) bilden die Spinalganglienzellen die Centren und Ausgangspunkte, für die ventralen Wurzeln dagegen die ventralen medullaren Zellen, welchen wahrscheinlich auch die extramedullaren Ganglienzellen dieser Wurzeln (Neuroblasten und Myeloblasten, sympathische Nervenzellen)[1]) entstammen. Die Genese der durchtretenden Fasern der dorsalen Wurzeln (laterale Fasern, Hinterzellenfasern) ist noch nicht klargestellt; vermuthlich entstammen auch diese medullaren Zellen, über deren Homologien bei den verschiedenen Vertebraten aber wenig bekannt und gesichert ist. VON KUPFFER beschreibt auch im cerebralen Gebiete medial von den Somiten verlaufende Nerven (vergl. p. 590 f.).

b. Cerebralnerven.

Die Cerebralnerven der Kranioten bilden, wie allgemein anerkannt, eine recht heterogene Versammlung verschiedener Elemente; einer von ihnen, der Nervus s. Tractus opticus, repräsentirt einen zwei centrale Theile (Gehirn und Retina) verbindenden Zug und gehört nicht zu dem peripherischen Nervensystem. Die peripherischen Nerven kann man, wie verschiedene Autoren thun, in die drei Abtheilungen des N. olfactorius, der typischen (spinalartigen) Cerebralnerven (Trigeminus, Acusticofacialis, Glossopharyngeus und Vagus) und der Augenmuskelnerven (Oculomotorius, Trochlearis und Abducens) sondern.

α. N. olfactorius.

Der N. olfactorius (Fila olfactoria der menschlichen Anatomie) beginnt bei allen Kranioten als paariger Nerv von dem Vorderhirn, besteht aus marklosen Fasern, welche bald zu einem einheitlichen Nerven, bald zu einer wechselnden Zahl von getrennten Bündeln sich zusammenschliessen (von denen mitunter, z. B. bei Amphibien, ein hinteres vom Zwischenhirn beginnendes eine gewisse Selbstständigkeit zeigen

1) Die ektodermalen Markscheidenbildner (Myeloblasten) gehören streng genommen nicht zu den Ganglienzellen. — Die Genese aller dieser Zellen der ventralen Wurzeln ist noch nicht völlig aufgeklärt; die genauere histogenetische Vergleichung mit *Amphioxus*, dessen ventrale Nerven marklos sind und keine sympathico-motorischen Fasern besitzen, dürfte sich recht lehrreich erweisen.

kann), und verläuft zur Riechschleimhaut. Ob der von Pincus (1894) bei *Protopterus* entdeckte und von van Wijhe als N. apicis bezeichnete paarige Nerv hierher oder in die Kategorie der spinalartigen Cerebralnerven gehört, ist erst noch zu entscheiden[1]. — Bei den Akraniern repräsentirt der N. olfactorius wohl einen unpaaren, sekundär nach links gerückten Nerven, der von dem dorsalen Bereiche des Vorhirns ausgeht und nach kurzem Verlaufe an der hinteren Wand der Riechgrube endet. Die Ansichten sind noch getheilt, ob derselbe ursprünglich unpaar gewesen oder einem Nervenpaar entstammte, von dem der rechte Nerv gänzlich verkümmerte.

β. Typische (spinalartige) Cerebralnerven.

Die typischen Cerebralnerven der Gnathostomen setzen sich bekanntlich nach Abzug der Augenmuskelnerven aus den 4 Nerven resp. Nervenkomplexen des Trigeminus, Acustico-facialis, Glossopharyngeus und Vagus zusammen; die beiden ersteren liegen vor dem Labyrinthe (prootische Nerven) und werden von Gegenbaur zur Trigeminus-Gruppe s. l. zusammengefasst, die beiden letzteren treten hinter dem Gehörorgan aus (metaotische Nerven) und repräsentiren die Vagusgruppe Gegenbaur's. Einige Autoren (insbesondere Rabl 1889) bringen beide Gruppen als primäre Nerven des Vorderkopfes und Hinterkopfes in scharfen Gegensatz zu einander, während die Mehrzahl die Scheidung durch das Gehörorgan als eine sekundäre beurtheilt und beide Gruppen als in der Hauptsache komplete Homodyname auffasst. Froriep (1885) andererseits stellt (auf Grund des vermeintlichen Fehlens epibranchialer Sinnesorgane in seinem Bereiche) den Trigeminus den drei anderen Nerven gegenüber, wogegen Dohrn begründeten Einspruch erhebt.

Jeder dieser vier Nerven resp. Nervenkomplexe besitzt wie die Spinalnerven sensible, mehr dorsal, und motorische, mehr ventral verlaufende Wurzeln, welche indessen von denen der Spinalnerven in mehrfacher Beziehung (vor Allem in dem mehr lateralen Ursprunge und dorso-lateral gerichteten Verlaufe ihrer motorischen Fasern) abweichen, sich auch stets viel früher mit einander verbinden, so dass sie selbst bei den niedersten Gnathostomen (deren Spinalnervenwurzeln erst ganz peripher zur Verbindung kommen) meist schon innerhalb des Gehirns oder wenigstens sehr bald nach dem Austritte aus demselben, jedenfalls intrakraniell, zu einem gemeinsamen, dorso-lateral austretenden Stamme sich vereinigen. Die dorsalen sensibeln Wurzeln sind für die äussere Haut und die Schleimhaut bestimmt; sie stehen durch ihre centralen Endausläufer mit im Cerebrum gelegenen Kernen (den sogenannten sensibeln Kernen dieser Nerven) in Verband oder Kontakt, ihre eigentlichen Centren bilden aber die peripherischen Ganglien, welche — ganz allgemein — den Spinalganglien verglichen werden können, denselben gegenüber aber eine grössere Komplikation (die

1) Der N. apicis beginnt, in nächster Nachbarschaft von dem der Gegenseite, vom Recessus praeopticus, also viel weiter hinten als der N. olfactorius von *Protopterus*, legt sich demselben weiterhin dicht an, liegt schliesslich der Riechschleimhaut selbst auf und endet an der dorsalen Wand des vorderen Nasenloches. Pincus hebt die Aehnlichkeiten und Abweichungen von dem N. olfactorius (speciell der hinteren Riechwurzel der Anuren) selbst hervor und macht auch auf den Fund Chiarugi's bei *Cavia*-Embryonen aufmerksam.

beiden Reihen der Hauptganglien und epibranchialen Ganglien) und intimere genetische Beziehungen zur ektodermalen Oberhaut besitzen. Die ventro-lateralen oder lateralen motorischen Wurzeln führen für die Versorgung der palaeobranchialen Muskulatur des Visceralskelettes (Konstriktoren-System nebst allen davon abhängigen Muskeln, insbesondere auch Trapezius, sowie Interscapularis der Anuren, vielleicht auch einen Theil der Muskulatur des Digestionstraktus) bestimmte Fasern; sie beginnen von den centralen Kernen der ventro-lateralen resp. lateralen Zellensäule des Gehirns und steigen in geradlinigem oder bogenförmigem Verlaufe innerhalb desselben dorso-lateralwärts nach oben, um meist dicht neben den sensibeln Fasern von der Hirnoberfläche abzugehen. Nach dem Austritte aus dem Primordialkranium theilen sich die Stämme in dorsale und ventrale Aeste. Erstere gelangen mit sensibeln Aesten (sensible Rr. cutanei und sensorische Rr. laterales) zur Haut des dorsalen Kopfbereiches und — in Folge von sekundärer Ausbreitung — des Rumpfes; letztere begeben sich mit gemischten ganglienzellenreichen Fasern (Epibranchialganglien) zu den einzelnen Visceralbogen, welche sie, soweit die primitiven Verhältnisse nicht gestört sind, mit sensibeln praetrematischen und gemischten posttrematischen Fasern versorgen; auf diesem Wege geben sie auch noch besondere viscerale Zweige ab, welche einen Kopf-Sympathicus konstituiren. Wo noch dem Kopfbereiche direkter angeschlossene (occipitale) Myomeren des Seitenrumpfmuskels existiren (epibranchiale Muskeln der Haie und Holocephalen), verlaufen die ventralen Aeste lateral, oberflächlich von diesen Muskeln, werden aber von der spinalen Seitenrumpfmuskulatur, soweit diese sekundär in ihr Gebiet eingewuchert ist, bedeckt; im ventralen Kiemenbereiche liegen sie oberflächlich.

Der gemeinsame dorso-laterale Austritt aller Wurzelfasern dieser typischen Cerebralnerven hat die meisten älteren Autoren veranlasst, hier nur von dorsalen, den dorsalen sensibeln Spinalnervenwurzeln vergleichbaren Nerven zu sprechen, über die motorischen Eigenschaften derselben aber mehr oder minder hinweg zu sehen. Der speciellere Ursprung und Verlauf dieser motorischen Fasern war aber schon seit langer Zeit bekannt; namentlich verdanken wir BELL (1830),[1] STANNIUS (1849) und DEITERS (1865) die Grundlagen unserer bezüglichen Kenntnisse. STANNIUS bezeichnete auch die 4 Nerven (excl. den Acusticus) als spinalartige, mit motorischen und sensibeln Elementen versehene Nerven und GEGENBAUR (1870—1872) gelangte an ihn anknüpfend und auf der Basis eigener specieller Untersuchungen zu seinem System der Kopfnerven, welches der Ausgang und Wegweiser für alle folgenden Arbeiten wurde, von denen insbesondere diejenigen von BALFOUR (1878, 1880), VAN WIJHE (1882 bis 1894), HIS (1885—1893), GASKELL (1886, 1889), VON KUPFFER (1890—1895) und

1 BELL unterschied an dem Centralnervensystem mit aller Deutlichkeit: 1) eine vordere Kernreihe für die willkürlichen Bewegungen, 2) eine hintere für die Sensibilität und 3) eine laterale oder respiratorische vornehmlich für die auf die Athmung bezüglichen Nerven; der letzteren rechnet er den 4., 7., 9., 10. und 11. Cerebralnerven, sowie die mit der Respiration zusammenhängenden spinalen Nerven (speciell den Phrenicus und Respiratorius externus) zu (vergl. auch GASKELL 1886 p. 65 f.). Streicht man sub 3) die Nn. trochlearis, phrenicus und respiratorius externus und fügt man den N. trigeminus noch ein, so entspricht die BELL'sche laterale Reihe genau der jetzt gültigen.

Hatschek (1892, 1893) hervorgehoben seien[1]. In diesen Arbeiten liegt zugleich der Schwerpunkt grösstentheils in der ontogenetischen Untersuchung[2]. Bei dem Versuche einer Vergleichung der spinalartigen Gehirnnerven mit den Spinalnerven gab Balfour der Anschauung Ausdruck, dass am Kopfe noch einheitliche gemischte Wurzeln beständen, während am Rumpfe eine nachträgliche Theilung derselben in getrennte dorsale (sensible) und ventrale (motorische) stattgefunden habe. van Wijhe dagegen stellte unter Aufführung verschiedener begründeter Einwände gegen die Balfour'sche Hypothese das Gesetz auf, dass es sich bei diesen Gehirnnerven um dorsale Wurzeln handle, welche gemischt seien und die aus den Seitenplatten stammenden Muskeln innervirten, während die aus den Urwirbeln (Somiten) hervorgegangene Muskulatur von den ventralen Wurzeln der Gehirnnerven (Augenmuskelnerven, metaotische Somitennerven) versorgt werde. Damit war eine (allerdings nicht allenthalben anerkannte) Basis für die Vergleichung mit den Spinalnerven gewonnen, welche weiter zu fundiren und specieller durchzuführen van Wijhe namentlich unter Bezugnahme auf die Lenhossék-Cajal'schen Fasern der Spinalnerven und die Nerven des *Amphioxus* mit Glück sich angelegen sein liess. Andere Autoren, so namentlich Phisalix (1887) und Goronowitsch (1888) führten den Vergleich in anderer Weise durch, indem sie die vollkommene Homologie der dorsalen und ventralen Wurzeln der Spinalnerven und der spinalartigen Gehirnnerven betonten und beide im Hirnbereiche infolge differenter (nach Phisalix sekundärer) Entwickelungsvorgänge sich früher als im Rückenmarksgebiete zusammenschliessen liessen. — Eine weitere Etappe in unserer Kenntniss der Entwickelungsvorgänge und in der Vergleichung der spinalen und spinalartigen cerebralen Gehirnnerven verdanken wir den zahlreichen Veröffentlichungen von Kupffer's, welche sich in der Hauptsache auf das Nervensystem der Petromyzonten beziehen und von mir schon bei diesen (p. 590 f.) kurz rekapitulirt wurden. Denselben zufolge unterscheiden sich die dorsalen Gehirnnerven (Branchialnerven) durch ihren oberflächlichen lateralen Verlauf (zwischen Haut und Myomeren) und ihre doppelten Beziehungen zur Haut (laterale und epibranchiale Plakoden, mit denen sie die Hauptganglien und epibranchialen Ganglien bilden) wesentlich von den dorsalen Spinalnerven, welche medial in der Tiefe (zwischen centralem Nervensystem und Myomeren) sich centralwärts begeben; beiden dient die dorsale Nervenleiste mit den von ihr heraussprossenden dorsalen Nerven und dorsalen Primärganglien (welche in früher embryonaler Zeit zugleich die Myomeren versorgen) als Ausgangspunkt. Auch im cerebralen Bereiche findet von Kupffer bei Embryonen medial verlaufende Spinalnervenanlagen.

1) Ausser den Arbeiten dieser Autoren existirt noch eine sehr erhebliche Anzahl verdienstvoller ontogenetischer Untersuchungen, welche auch z. Th. die Vergleichung der spinalen und cerebralen Nerven behandeln. Der kursorische Charakter meiner Darlegungen verbietet ein näheres Eingehen auf dieselben und erwähne ich nur einige bezügliche Autoren, so namentlich Marshall (1881—1886), Béraneck (1884, 1887), Beard (1885, 1887), Dohrn (1885—1891), Froriep (1885—1892), Osborn (1888), van Bemmelen (1889), Houssay (1889, 1890), Rabl (1889, 1892), Strong (1889—1895), Hoffmann (1889—1896), Ewart (1890), Shipley (1890), Oppel (1890), Martin (1890, 1891), Zimmermann (1891), Platt (1891, 1894), Mitrophanow (1892, 1893), Sedgwick (1892—1896), Goronowitsch (1893), Chiarugi (1894), Sewertzoff (1895) u. A.

2) Hier spielt die Frage nach der Entstehung und Gliederung der Ganglienleiste eine Hauptrolle und wurde von den verschiedenen Autoren recht wechselnd beantwortet. Jetzt ist nicht darauf einzugehen.

welche sich indessen grösstentheils rückbilden resp. mit den cerebralen Hauptganglien verschmelzen und nur noch in Gestalt einiger (3) sympathischer Ganglien nebst Nervenfasern ausdauern; und anderentheils beobachtet er auch im vorderen Rumpfgebiete hinter dem Vagus bei *Ammocoetes* und Embryonen von Gnathostomen, selbst Amnioten, rudimentäre Branchialnerven, welche er zugleich den dorsalen Spinalnerven des Amphioxus vergleicht. Dass die typischen Gehirnnerven der Petromyzonten wie die der Gnathostomen gemischter Natur sind, ist auf Grund ihres Verlaufes und ihrer Endverbreitung nicht zu bezweifeln; die (ventro-lateralen oder lateralen) motorischen Wurzeln sind aber bisher nur zum Theil sicher nachgewiesen. — Bei den Myxinoiden findet Price (1896) im embryonalen Zustande dorsale und laterale Wurzeln, welche von ihren ersten Anfängen an gänzlich von einander getrennt sind. — Bei den Akraniern gleichen die als Gehirnnerven angesprochenen Nerven vollkommen den dorsalen Wurzeln derjenigen Nerven, welche nach ihrer mehr caudalen Lage im Körper als Spinalnerven zu bezeichnen sind.

γ. Augenmuskelnerven.

Die Augenmuskelnerven der Gnathostomen repräsentiren die drei im Bereiche der Trigeminus-Gruppe liegenden motorischen Nerven Oculomotorius, Trochlearis und Abducens, deren medullare Ursprungskerne der ventro-medialen oder ventralen Reihe angehören, sonach in ihrer Lage an die Kerne der spino-occipitalen Nerven (incl. Hypoglossus) und damit auch an die motorischen Spinalnervenkerne erinnern. Der Abgang vom Gehirn erfolgt bei dem Oculomotorius und Abducens nach Art der spino-occipitalen und spinalen ventralen Nervenwurzeln an der ventralen Circumferenz desselben; von da aus verlaufen beide Nerven direkt zu den von ihnen versorgten Muskeln der gleichen Körperhälfte. Der Trochlearis dagegen verlässt in gänzlich davon abweichender Lage das Gehirn im dorsalen Bereiche und wendet sich danach unter Kreuzung mit dem der Gegenseite (Chiasma n. trochlearis der Autoren) auf die andere Körperhälfte (ultradorsal His) zu dem dort befindlichen von ihm innervirten Muskel. — Bei den Petromyzonten verhalten sich die Augenmuskelnerven in der Hauptsache[1]) wie bei den Gnathostomen. — Bei den Myxinoiden und Akraniern wurden sie bisher vermisst; bei ersteren sind sie wohl total verkümmert, bei den letzteren aber noch nicht zur Ausbildung gekommen, indem die in jener Körpergegend befindlichen ventralen Nerven noch indifferente Myomeren des Seitenrumpfmuskels versorgen.

Die Ontogenese der Augenmuskelnerven und Augenmuskeln hat zahlreiche Forscher beschäftigt; die Ergebnisse entsprechen aber noch nicht der bisher aufgewendeten grossen Mühe. Wenige Gebiete der Morphologie weisen mehr abweichende Untersuchungsbefunde und Deutungen auf, und derjenige Autor, der wohl am meisten auf

1) Auf die specielleren Abweichungen in der Lage des M. obliquus superior s. posterior und die Innervation des M. rectus inferior soll erst weiter unten eingegangen werden.

diesem Gebiete gearbeitet. Dohrn, hat darin auch das Grösste an wiederholten Widerrufen der eigenen früheren Resultate und an fortwährenden Aenderungen seiner Auffassungen geleistet[1]. — Bald werden die betreffenden Nerven oder der eine oder andere

---

1) Um dem eventuellen Vorwurfe zu begegnen, dass damit zu viel gesagt sei, sowie in der ferneren Absicht, die zuversichtlichen und mit ihrer Sicherheit auch auf die minder Orientirten suggestiv einwirkenden Behauptungen Dohrn's über Gegenbaur, seine Methode und seine Leistungen an dem vorliegenden Beispiele zu beleuchten, mache ich hinsichtlich dieses Punktes eine Ausnahme und belege mein Urtheil ausführlicher damit, dass ich Dohrn selbst reden lasse (die Hervorhebungen durch gesperrten Druck rühren zum grösseren Theile von mir her).

Dohrn hat von 1885—1892 in 7 Schriften über die Augenmuskeln gehandelt.

In der ersten (X. 1885 C.) beginnt er unter Abdruck eines längeren das Auge von *Myxine* betreffenden Passus aus W. Müller's Abhandlung, um darüber zu sagen (p. 440), dass „in dieser Darstellung fast gar keine Rede von der phylogenetischen Bedeutung der sog. Nebenapparate des Auges, wie der Augenmuskeln, der sie innervirenden Nn. oculomotorius, trochlearis und abducens“ — die bekanntlich bei den Myxinoiden gar nicht vorhanden sind, wenigstens bisher stets vergeblich gesucht wurden — und anderen hierher gehörigen Theilen sei, dass seines Erachtens hier „nahezu Alles fehle, was zur Aufklärung der Phylogenese des Wirbelthierauges gehört“. Daran knüpfen die eigenen Mittheilungen über die Augenmuskeln an, in denen er gegen van Wijhe's Befunde Widerspruch erhebt, dagegen „nach umfassender Prüfung des Thatbestandes keinen Zweifel darüber hege, dass Stannius und Langerhans Recht behalten, und dass die sämmtlichen Augenmuskeln von *Petromyzon* in die Kategorie der Kiemenmuskeln gehören“ (p. 447). „Lässt es sich feststellen“, fährt er fort, „dass die Augenmuskeln nicht Körpermuskeln sind, also nicht Urwirbeln entsprechen, so fällt zunächst die von Marshall versuchte, von van Wijhe anscheinend bewiesene Scheidung eines ventralen und dorsalen Abschnittes in den Mesodermtheilen des Kopfes als illusorisch weg; wir behalten nur ventrale Mesodermbildungen übrig. Die Tragweite dieser Feststellung ist von geradezu überwältigender Bedeutung für alle Versuche, den Kopf und den Schädel der Wirbelthiere auf mehr oder weniger umgewandelte Wirbel zurückzuführen“ (p. 447). „Wenn nun also alle Kopfhöhlen in unmittelbaren Beziehungen zu Kiemenmuskeln stehen, wenn fernerhin nachgewiesen werden kann, dass auch die scheinbar dorsalen Stücke, ihrer Struktur nach, Visceralmuskeln sind, so wird wohl der Schluss berechtigt erscheinen, dass auch sie einstens mit Kiemenbildungen in Konnex standen und, ehe sie Augenmuskeln wurden, Kiemenmuskeln waren“ (p. 449). Die Frage nach der specielleren Ableitung der einzelnen Augenmuskeln und ihrer Nerven könne er auf Grund eigener Untersuchungen schon jetzt nicht beantworten. „Das ganze Problem der Augenphylogenese ist von einer so grossen Komplicirtheit, dass es Jahre angestrengter und scharfsinnigster Forschungen erfordern wird, ihm im Detail beizukommen. Es scheint mir nicht zu viel gesagt, wenn ich behaupte, dass trotz der ausgedehnten Litteratur, über welche die Ophthalmologie verfügt, doch noch so gut wie gar nichts geleistet ist, um die jetzt zu Tage tretenden Probleme sach- und fachgemäss zu behandeln“ (p. 449, — dieses trotz Stannius und Langerhans, denen er jetzt rückhaltslos beistimmt, trotz Schneider, Balfour, Marshall und van Wijhe, die sich wahrlich z. Th. redlich um das Problem bemüht haben und von denen auch Schneider und van Wijhe später seine Gewährsmänner werden). Weiterhin wird zugegeben, dass Oculomotorius und Abducens den Eindruck ventraler Wurzeln machen, der Trochlearis aber habe den allerdorsalsten Ursprung von allen Nerven; wie könne eine ventrale Wurzel einen solchen erlangen? Auch gegenüber der von van Wijhe behaupteten Ganglienlosigkeit des Trochlearis könne er nach Untersuchung des Torpedo-Embryos den Beweis liefern, dass dieser Nerv im allerfrühesten Beginn eine kleine Ganglienanschwellung besitze, somit höchst wahrscheinlich eine dorsale Wurzel sei (p. 477, 478). — In der zweiten Mittheilung (XII. 1887) wird gesagt: Aus der vordersten Kopfhöhle der Selachier gehen ausschliesslich Augenmuskeln hervor; nur das vorher besprochene mittlere Verbindungsstück, welches oberhalb und hinter der Hypophysis liegt, bildet eine Ausnahme; auch meine frühere Angabe, dass der M. levator labii superior aus der ersten Kopfhöhle abzuleiten sei, muss ich nach neuerer Untersuchung zurücknehmen. Aus dem vordersten Stück jener *Ammocoetes*-Kopfhöhle geht aber diejenige Muskulatur des Velum hervor, welche seiner Anheftungsstelle näher liegt und sich allmählich mit ihren ausserordentlich langen Cylindern ventral bis an die Mündung des Thyreoidalsackes erstreckt — ein Umstand, der jedwede Homologisirung mit dem M. obliquus inferior der vordersten Kopfhöhle der Selachier von vornherein ausschliesst. Ob das dorsalste Stück dieser Velummuskulatur sich etwa allmählich zum M. obliquus superior umwandelt, vermag ich vor der Hand nicht zu sagen“ (p. 329). — Die dritte Abhandlung (XIII. 1888) theilt kurz mit (p. 291 Anm. 1), dass sich bei verschiedenen Selachierembryonen aus dem Medullarrohr Zellen in die ventralen Nervenwurzeln begeben, und dass es nicht undenkbar sei, dass aus ihnen die Neurogliascheide sich aufbaut. „Dass aber fuch unzweifelhafte Ganglienzellen sich im motorischen Nerven vorfinden, beweisen die Befunde am Oculomotorius, der, wie ich den neuerdings noch von His geltend gemachten Zweifeln gegenüber festhalten muss, eigene Ganglien bildet“ (p. 291). „Es ist sehr charakteristisch, dass sie an dem Nerven entlang zu wandern scheinen.“ „Diese Ganglien für „sympathische“ zu erklären, hat keinen Sinn, denn die sympathischen Ganglien der Selachier sind zweifellos

Theilstücke der Spinalganglien". „Ebenso wenig darf man diese Ganglien des Oculomotorius mit dem Ganglion ciliare verwechseln, welches unzweifelhaft als vorderstes Hirnganglion entsteht." Auch auf dem Verlaufe des Trochlearis habe ich eine vorübergehende Ganglienbildung konstatiren können. Diese Ganglienbildungen des Oculomotorius und Trochlearis ohne Weiteres mit den supponirten Ganglien der motorischen Spinalnervenwurzeln auf eine Stufe zu stellen, wie es van Wijhe versucht, scheint mir indessen nicht gerechtfertigt — die Sonderstellung der Augenmuskelnerven wird im Gegentheil dadurch eher noch stärker betont" (p. 292 Anm.). — In der vierten Mittheilung (Anat. Anz. 1890 A.) wird, z. Th. in Polemik gegen Rabl, die morphologische Bedeutung des Oculomotorius von Neuem behandelt und die 1888 gemachte Angabe von der Existenz eines wirklichen Ganglions desselben widerrufen. „Anhaltende Forschungen über Entstehung und Entwickelung des Oculomotorius, die seiner Zeit in extenso publicirt werden sollen, haben mich überzeugt, dass dies Ganglion eine Anleihe vom Ganglion ciliare ist" (was 1888 bestimmt in Abrede gestellt wurde), „an das der Oculomotorius frühzeitig herantritt, von ihm Zellen ablöst und auf seinem weiteren Wege mit sich führt, wie es schon von Hoffmann für die Reptilien beschrieben worden ist." Keine einzige Medullarzelle tritt mit den Fasern des entstehenden Oculomotorius aus, „weitere Forschungen haben mich belehrt, dass diese, Ganglien frappant ähnlich sehenden Bildungen nur Anhäufungen von Mesodermzellen sind." Diese Forschungen hätten ihn von Neuem zweifelhaft gemacht, ob überhaupt Medullarzellen in die ventralen Spinalnervenwurzeln austreten, ob nicht His mit seiner Meinung, dass keinerlei Medullarzellen in diese Wurzeln eintreten, Recht habe (p. 60). Weitere genauere Forschungen an *Torpedo* hätten ihn auch belehrt, das früher (1885 p. 478) von ihm dem Trochlearis zugeschriebene Ganglion von der Trigeminusplatte abzuleiten, von der es sich später isolire und weiterhin unter Nervenfaserbildung an den Trochlearis anlagere (p. 61, 62). Der Abducens wachse aus derjenigen Partie des Nachhirns heraus, welche zwischen den Facialis- und Glossopharyngeus-Ursprüngen gelegen ist, und seine einzelnen Wurzelstränge träten genau so aus wie die motorischen Wurzeln der Spinalnerven. „Ihre Bedeutung für die Metamerie des Kopfes ist noch nirgends hinreichend aufgedeckt worden; um so mehr behalte ich mir vor, an anderer Stelle davon zu sprechen" (p. 63, 64). „Die Augenmuskelnerven sind da, sie entwickeln sich ohne jede Betheiligung der Trigeminusplatte oder ihrer Derivate und haben ihre Kerne in der Fortsetzung der Vorderhörner des Rückenmarks" (p. 78). — Die fünfte Abhandlung (XV. 1890 B.) macht Mittheilung von einem Funde, dessen „Tragweite schwerlich überschätzt werden kann, wenn es auch noch tiefgehender kritischer Erwägung bedürfen wird, dieselben vollständig zu ermessen und auszubeuten", nämlich von der grossen Zahl der Myotome, 12—15 von der Glossopharyngeus-Region angefangen, welche sich bei dem Embryo von *Torpedo* für den Vorderkopf nachweisen lassen (p. 336). Damit tritt Dohrn in den denkbar schärfsten Gegensatz zu seinen früheren Anschauungen (1885 C.), welche im vorderen Kopfgebiete überhaupt die Existenz von dorsalen Mesodermbildungen in Abrede stellten. „Die Aussichten und Einsichten, welche diese Thatsache eröffnet", fährt er fort, „sind so weitgreifend, dass kaum eine der bisher als gültig angesehenen Auffassungen des morphologischen Werthes der den Kopf zusammensetzenden Organe davon unberührt bleiben wird. Versuchen wir langsam und allmählich das Bild zu entrollen, welches aus dem neu aufgefundenen Kommentar für die Urgeschichte des Wirbelthierkörpers sich ergeben muss" (p. 336, 337). Diese Aufrollung besteht zunächst darin, dass Marshall und van Wijhe jetzt zugegeben wird, dass sie auf der richtigen Spur waren, als sie das Kopfmesoderm auf die in ihm enthaltenen Myotome prüften (p. 337); daran reiht sich eine in der bekannten Dohrn'schen Weise geführte Polemik gegen Gegenbaur (p. 337—341). Dohrn steht es jetzt „wohl fest, dass diese Myotome durchaus gleichwerthig den Myotomen des Rumpfes gedacht werden müssen; es ist deshalb die Folgerung auch nicht abzuweisen, dass den Myotomen des Kopfes ebenso wie den Myotomen des Rumpfes dieselben nervösen Apparate zugesprochen werden müssen, zunächst also: ein Paar motorischer Nerven und ein Paar Ganglien und sensibler Nerven" (p. 341). Sie zu finden, wendet er sich zunächst zu den motorischen Kopfnerven, und zuerst zu den motorischen Vorderhornnerven, den Augenmuskelnerven, resp. dem Oculomotorius und Abducens (p. 342). „Sie entstehen beträchtlich später als die Spinalnerven, und während diese als mehr oder weniger breite plasmatische Platten aus dem Medullarrohre hervorquellen, um erst allmählich zu Nervenfasern sich umzubilden, entspringen Abducens und Oculomotorius mit einer Reihe diskreter Wurzelfasern, welche nicht als plasmatische Ausflüsse in die Erscheinung treten, sondern offenbar bereits höhere Differenzirung erlangt haben und in mehr definitiver Gestalt den Verband des Medullarrohres verlassen" (p. 343). Beide sind als Multipla von Nerven anzusehen, welche mit den motorischen Spinalnerven durchaus homodynam sind. Abducens mag 3—4, Oculomotorius ebenso viel, wenn nicht mehr Spinalnerven entsprechen (p. 343, 344). Die von ihnen versorgten Muskeln erhalten ihr Material aus den zahlreichen, neu entdeckten Myotomen des Vorderkopfes, deren Zahl bei der Verschiebung der verschiedenen Organsysteme indessen schwierig festzustellen ist; „es wird sich also auch kaum mit voller Sicherheit ermitteln lassen, ob die zur Bildung des M. rectus externus verwendeten Myotome nicht auch Material aus den hinter der Ohrblase befindlichen Metameren an sich gezogen haben" (p. 355). Der intracerebrale Faserverlauf und Austritt des Trochlearis „macht es schwierig, in ihm einen oder mehrere vordere Spinalnerven erkennen zu wollen, und verweist eher darauf, in ihm einen den motorischen Theilen des Trigeminus, Facialis oder Vagus homodynamen Nerven" — also einen Seitenhornnerven — „zu erblicken" (p. 346). Daran schliesst sich eine Erörterung an, welche auf den eigenthümlichen Verlauf des Trochlearis hinweist und zugleich die Instanzen erörtert, welche für

die Natur dieses Nerven als Vorderhorn- oder als Seitenhornnerv sprechen, aber zu keiner definitiven Entscheidung kommt. „Im Ganzen ist also van Wijhe's Auffassung, abgesehen von der Zahl der Urmyotome, die richtigste gewesen, mein früherer Widerspruch gegen dieselbe war unberechtigt. Nicht ventrale oder dorsale Abschnitte stecken in den Augenmuskeln, sondern beide zugleich" (p. 365). — Die sechste Mittheilung (XVI. 1891 A.) widerspricht der vorausgehenden wieder in fundamentalen Dingen. Dohrn wirft sich selbst vor, „dass er halbe und unfertige Beobachtungen gelegentlich zu Papier gebracht hat, die sich contradictorisch widersprechen — ja er ist jetzt sogar gezwungen, seine erst vor einem Jahre gemachten Angaben über die Ursprungsart des Oculomotorius und dessen Beziehungen zu den in seinem Laufe vorkommenden Ganglien völlig zu widerrufen" (p. 2). Die Ursache davon dürfe wohl in der grossen Schwierigkeit der Untersuchung, in der ausserordentlichen Complikation der Verhältnisse und schliesslich in den überraschenden und die Tradition durchbrechenden Resultaten gesucht werden, die sich dabei ergeben haben. Jetzt unternehme er es „diese Schwierigkeiten zu lösen oder wenigstens einen sicheren Boden für weiterbauende Forschung zu gewinnen" (p. 2), wobei er wohl kaum darum zu bitten brauche, an das Nachstehende den Maassstab legen zu wollen, der so schwierigen Untersuchungen gebührt; er glaube aber immerhin „einige Schritte vorwärts gekommen zu sein und einige der fundamentalen Fragen, die mit der Entwickelung des Oculomotorius in Zusammenhang stehen, gelöst zu haben" (p. 3). Die neu gewonnenen Resultate beruhen darauf, dass der Oculomotorius doch auch aus Plasmaausflüssen, welche zu einem unregelmässigen Netz zusammentreten, entstehe, dass in ihm Ganglienzellen und Ganglienzellenklümpchen vorkommen, welche nicht aus der Trigeminusplatte herstammen, sondern von Anfang an als austretende Medullarelemente dem auswachsenden Oculomotorius angehören (p. 4). Darüber wird auf den folgenden Seiten wiederholt als „Thatsache", als „unzweifelhafte Thatsache", als „Feststellung dieser Thatsache" etc. gesprochen. So werden drei, der Region des Vorderhorns im Mittelhirn entstammende Ganglien beschrieben (p. 6, 7), deren Austritt auch von ihm beobachtet worden sei, jetzt habe er die „definitive Ueberzeugung" und jeder Zweifel sei ihm geschwunden, dass es sich wirklich um Ganglienzellen und nicht um Mesodermelemente handelt (p. 8). Die dem Trochlearis angelagerten Ganglien dagegen seien nachweisbare Produkte der Trigeminusplatte (p. 11), dieser Nerv selbst aber kein Seitenhornnerv (wie er zuvor angegeben), sondern ein Vorderhornnerv und der von ihm versorgte M. obliquus superior gehe ausschliesslich aus zweifellosen Myotomen und zwar vielleicht aus zweien hervor (p. 28). Damit ist die endliche Uebereinstimmung mit van Wijhe erreicht. Bei dem Abducens, der bei *Scyllium* mit 2, bei *Mustelus* mit 6, bei *Pristiurus* mit 4—7 Wurzelfasern (Wurzelsträngen) beginne, bestehen die gleichen Entwickelungsverhältnisse wie bei dem Oculomotorius (p. 12f.); „am auffälligsten ist es, dass das Auswandern (der Medullarzellen) am stärksten auf bereits vorgerückteren Embryonalstadien einzutreten scheint" (p. 14). Aehnliche Verhältnisse werden bei den motorischen Spinalnerven beschrieben und damit auch die Uebereinstimmung zwischen ihnen und den Nn. oculomotorius und abducens erwiesen. Die betreffenden Ganglienzellen sind also weder den sensibeln noch den sympathischen Zellen beizurechnen, wie verschiedene Autoren angeben, sondern eine neue Kategorie von peripherischen Ganglienzellen (p. 34). Ferner wird der N. abducens von *Scyllium* mit allen seinen Wurzelsträngen in der Breite von 1, höchstens 2 Myomeren abgebildet (Taf. IV Fig. 1) und angegeben, dass der M. rectus externus nur aus dem vorderen Abschnitte der bisher sog. dritten Kopfhöhle hervorgehe, während der hintere Abschnitt derselben an dieser Muskelbildung nicht participire (p. 13). — Noch in demselben Jahre (XVII. 1891 B.) erscheint eine weitere Studie über die Histogenese der Nervenfaser, die sich nicht direkt mit den Augenmuskelnerven, aber wohl u. A. auch mit der Entstehung eines motorischen Nerven, d. h. des motorischen Antheiles des Ramus hyoideus n. facialis beschäftigt. Wiederum in wesentlicher Abweichung von den zuvor gegebenen Darstellungen wird das neue Ergebniss gewonnen, dass die Elemente dieses motorischen Nerven nicht als auswachsende Fasern (in die erst danach Ganglienzellen einwandern) entstehen, sondern als Produkte kettenartig verbundener Nervenzellen, die erst aus sich Nervenfasern hervorgehen lassen (p. 293). — Und wieder kurze Zeit darauf, im März 1892 geschrieben, erscheint die siebente Mittheilung über motorische Nerven und den N. oculomotorius (Anat. Anz. 1892), worin die wesentlichsten Ergebnisse der vorhergehenden Untersuchungen widerrufen werden. Was dort wiederholt als zweifellos feststehende Thatsache mitgetheilt worden, ist ihm jetzt „mehr als zweifelhaft geworden" (p. 350). Die Nervenfasern entstehen als Ausläufer der Ganglienzellen; neben unzweifelhaften Vorderhornzellen in der Wurzel des Oculomotorius sei auch „hier eine frühzeitige Einwanderung" (d. h. von der Peripherie nach dem Centrum) „von Mesodermzellen in die Austrittsstellen der motorischen Fasern anzunehmen". „Vielleicht erweisen sich die Mitosen, welche zahlreich genug im Verbande des Medullarrohres an diesen Stellen vorkommen als eingewanderte Mesodermelemente, welche sich den noch nicht hervorgewachsenen Nervenfasern schon im Innern des Medullarrohres, „d. h. innerhalb des von His sog. Randschleiers, zur Verfügung stellen" (p. 350, 351). — Dies ist die letzte mir bekannt gewordene Veröffentlichung Dohrn's.

Diese Zusammenstellung gewährt ein so buntes Bild, wie es wohl zuvor noch nie gesehen worden ist.

Die Augenmuskeln werden zuerst gegen van Wijhe sämmtlich für Visceralmuskeln erklärt, dann wird für die von den Nn. oculomotorius und abducens versorgte Muskulatur, nicht aber für den M. obliquus superior, die Somitennatur zugegeben, endlich auch dieser letzte, wie von van Wijhe angegeben, als Somitenmuskel erkannt. — Der N. trochlearis ist zuerst eine dorsale Wurzel, dann ein Lateralhornnerv, endlich ein Vorderhornnerv. — Das in seinem Bereiche befindliche Ganglion wird in der 1. Mittheilung als ein dorsales sensibles angesehen. In der 3. Mittheilung

besitzt der ventrale Oculomotorius unzweifelhafte aus dem Gehirne stammende Ganglienzellen, die nichts mit dem Sympathicus zu thun hätten, der zweifellos dorsaler Abstammung sei. In der 4. Mittheilung wird dies widerrufen: keine einzige Medullarzelle trete in die Augenmuskelnerven, es handele sich nur um Mesodermzellen, die echten Ganglien aber stammten vom Trigeminus ab. Dem wird wieder in der 6. Mittheilung contradictorisch widersprochen: die Ganglien stammen nicht aus dem Trigeminus, es handelt sich auch nicht um blosse Mesodermzellen, sondern (abgesehen vom Trochlearis, dessen Ganglien zu dem Trigeminus gehören) zweifellos um echte aus dem Vorderhirn abkömmliche medullare Ganglienzellen. Dies aber wird ihm in der 7. Mittheilung wieder zum Theil mehr als zweifelhaft, zum Theil müsse eine frühzeitige Einwanderung mesodermaler Zellen in das Mark und eine sekundäre Auswanderung aus demselben angenommen werden. So geht der Wechsel zwischen den zweifellos festgestellten und danach immer von Neuem widerrufenen Thatsachen in wenigen Jahren fünfmal hin und wider. — Nicht anders steht es um die Histogenese der Nerven. 1888 sind dieselben medullare Ausflüsse mit unzweifelhaften medullaren Ganglienzellen, 1890 A. führen sie nur Mesodermzellen, 1890 B. entsteht der Oculomotorius, im Unterschiede von den als plasmatische Platten aus dem Medullarrohr hervorquellenden motorischen Vorderhornnerven, mit einer Reihe bereits höher differenzirter Nervenfasern aus dem Marke, 1891 A. aber bildet er sich aus plasmatischen Ausflüssen, 1891 B. entstehen die Nervenfasern aus kettenartig verbundenen Nervenzellen, und 1892 werden dieselben wieder als von den Zellen ausgehende Fasern, die ihnen anliegenden Zellen aber zu einem gewissen Theile als Mesodermzellen angesprochen. Also in 4 Jahren eine sechsmalige Variirung der Funde und Anschauungen, und es erscheint nur folgerichtig, wenn man bei einer Fortdauer derartigen Arbeitens, falls die Veröffentlichungen in entsprechendem Maasse fliessen, noch recht viel neue Variationen erwartet. — Prüft man aber die nach allen diesen Umwegen und Irrwegen gewonnenen Ergebnisse auf ihren wirklichen Gehalt, so bleibt nicht sehr viel Neues übrig. Das Beste und einige Dauer Versprechende wurde zumeist schon vor Dohrn von Anderen gefunden, von ihm zuerst angegriffen, geringschätzend beurtheilt und abgeleugnet, und schliesslich nach gewonnener besserer Kenntniss zugegeben. Bevor Dohrn an diese Fragen der Ophthalmologie herantrat, war seines Erachtens hier so gut wie gar nichts geleistet worden, nirgends hatte man die Bedeutung der Augenmuskeln hinreichend aufgedeckt, — es ist, als ob van Wijhe (dem Dohrn schliesslich in der 6. Mittheilung völlig zustimmen muss, und dem er schon in der 5. das Lob ertheilt, dass er auf der richtigen Spur war) zuerst für ihn von gar keiner Bedeutung gewesen, um ganz zu schweigen von anderen Autoren, die doch auf diesem Gebiete auch nicht müssig waren. W. Müller wird selbst der Vorwurf gemacht, dass er die Augenmuskeln von *Myxine*, also etwas, was gar nicht vorhanden ist und über dessen Nichtexistenz das erste beste Handbuch, um von J. Müller's Myxinoidenwerk ganz abzusehen, Dohrn hätte belehren können, nicht untersucht habe. Aber nun kam Dohrn, fand, dass die bisher für gesichert geltenden dorsalen Mesodermtheile des Kopfes (van Wijhe's Somiten) gar nicht existiren, und eröffnete mit dieser Feststellung eine Tragweite von geradezu überwältigender Bedeutung für die gesammte Wirbeltheorie des Schädels. Später überzeugt er sich, dass er mit der Ableugnung dieser Somiten einen bösen Irrthum begangen, dass es mit der überwältigenden Bedeutung seiner Feststellungen nichts ist, dass die Somiten existiren und zwar bei *Torpedo* in einer recht grossen Anzahl, und wieder eröffnen sich mit diesem seinem neuen Funde Aussichten und Einsichten so weitgreifend, dass kaum eine der bisher als gültig angesehenen Auffassungen des morphologischen Werthes der den Kopf zusammensetzenden Organe davon unberührt bleiben wird, und — langsam und allmählich versucht er das Bild zu entrollen, welches sich nun für die Urgeschichte des Wirbelthierkörpers ergeben muss, — das blendende Licht dieser neuen Wahrheiten könnte ja, wenn plötzlich enthüllt, von den anderen gewöhnlichen Sterblichen nicht ertragen werden.

Schier von unglaublicher Lebenskraft ist der Glaube unseres Autors an sich. Wohl Niemand hat bisher innerhalb so weniger Jahre so oft und so fundamental geirrt; wieder und immer wieder muss er sehen, wie kurzlebig seine unzweifelhaften Feststellungen der Thatsachen sind, wieder und immer wieder muss er widerrufen, und in diesen Momenten wird er auch angesichts der grossen Probleme und der schwierigen Untersuchungen kleinlaut und bescheiden, aber nur für kurze Zeit, — immer wieder gewinnt er die definitive Ueberzeugung, dass das jetzt von ihm Gefundene das zweifellos Richtige sei, dass er jetzt einige der fundamentalen Fragen, die mit der Entwickelung des Oculomotorius in Zusammenhang stehen, gelöst zu haben glaube u. s. f. —

Diese Arbeiten über die Augenmuskelnerven bilden nur ein kleines Kapitel in den zahlreiche und tiefe Probleme angreifenden Untersuchungen Dohrn's. Die Manier in Allen ist aber im Wesentlichen die gleiche; überall zeigt sich dasselbe Gesicht, dasselbe Spiel. Von wenigen Ausnahmen durchbrochen, wiederholt sich die gleiche Ueberschätzung des eigenen Verstehens und Könnens und die Unterschätzung fremder Leistungen, welche da, wo die Leidenschaft dazu kommt und seinen Blick trübt, wie in der bekannten Kontroverse mit Gegenbaur, ihn zu seinem früheren Lehrer wie zu einem Schulbuben reden lässt und ihn dazu führt, auch gegen solches zu polemisiren, was er wohl bei Gegenbaur gelesen, was dieser aber gar nicht geschrieben.

Wie wenig Andere hat gerade Dohrn mit seinen Arbeiten Schiffbruch auf Schiffbruch gelitten, wie Wenige hat er erlebt, wie diese und jene so zuversichtlich aufgestellte Theorie nach kurzer Dauer sich verflüchtigte, wie dieser oder jener von ihm angegebene Weg in eine Sackgasse führte, wie Wenige hat er an sich erfahren müssen, dass Praetension und Position zwei recht verschiedene Dinge sind. Aber trotz alledem bietet ihm die bisherige vergleichende Anatomie (d. h. die vergleichende Anatomie Gegenbaur's) „das Bild eines auf stürmischer See steuerlos herumgeschleuderten Schiffes“ dar (1885 D. p. 468), ihr Anschauungsboden ist der „praehistorische“ (1890 B. p. 365).

von ihnen als ventrale Nervenwurzeln (Vorderhornnerven) aufgefasst und die von ihnen versorgten Muskeln als Abkömmlinge der Somiten gedeutet (Oculomotorius, Trochlearis und Abducens: SCHNEIDER 1879, VAN WIJHE 1882, BEARD 1885, HIS 1888, GASKELL 1889, STRONG 1890, DOHRN 1891, PLATT 1891 [welche auch die Kaumuskeln aus einem Somiten hervorgehen lässt], ZIMMERMANN 1891 [Trochlearis mit ?], HOFFMANN 1894 [Trochlearis mit?]; — Oculomotorius und Abducens: DOHRN 1888, 1890, OPPEL 1890 [Trochlearis bleibt hinsichtlich seiner Abstammung zweifelhaft], MARTIN 1891; — Oculomotorius: VON KUPFFER 1895; — Abducens: HATSCHEK 1892, VON KUPFFER 1894, welcher letztere es offen lässt, ob der M. rectus externus aus der Seitenrumpfmuskulatur oder aus dem Velummuskel von *Ammocoetes* sich entwickelt habe), bald als dorsale

---

„Vielleicht wird nun endlich die Einsicht gewonnen, dass die Vergleichung der anatomischen Thatsachen zwar Probleme stellen, aber sie nicht lösen kann, zumal wenn sie in ihrer Verblendung und Selbstüberschätzung sich zu Ansprüchen versteigt wie der, mit welchem GEGENBAUR sein Manifest schliesst" (1890 B. p. 358). Und von GEGENBAUR sagt er u. A.: „Es lohnt nicht der Mühe, die zahllosen Trugschlüsse aufzudecken, deren sich GEGENBAUR bedient hat, um die Gegner seiner Doktrinen scheinbar ad absurdum zu führen" (p. 358), nur gegen die Ueberhebung GEGENBAUR's dürfe er nicht unterlassen zu protestiren (p. 359), er „denke den Beweis nicht schuldig bleiben zu brauchen, dass er Recht hatte und dass GEGENBAUR in mehr als einer Beziehung besser gethan hätte, jenen Aufsatz" (die Veröffentlichung von 1887 A. ist gemeint) „ungeschrieben zu lassen" (p. 34) etc. etc. Dagegen kann er von sich und seinen Leistungen rühmen: „Welcher Weg da allein zum Ziele führt, das habe ich bereits in dem „Ursprung der Wirbelthiere" und an vielen Stellen der Studien zur Urgeschichte" ausgesprochen (p. 339). „Und somit will ich die Theorie der Entstehung der Extremitäten aus Kiemen, der ich selbst früher anhing, sogar schon ehe ich GEGENBAUR's Meinung kannte" — — „wie ich hoffe, für immer beseitigen" (1884 C. p. 66). „Dies sind Folgerungen von grosser Tragweite, denn sie stürzen einen beträchtlichen Theil des bisherigen Fundamentes der Wirbelthiermorphologie über den Haufen" (p. 67) etc. etc.

Diesen Citaten könnten noch recht viele, die alle von dem gleichen Geiste beseelt sind, angereiht werden. Diese genügen, um zu zeigen, wie DOHRN über GEGENBAUR und seine Methode, wie er überhaupt über sich im Vergleich zu GEGENBAUR denkt. Wahrlich, redlich und mit ganzer Kraft ist er bemüht gewesen, GEGENBAUR den Kranz von der Stirne zu reissen, und es gab eine Zeit, wo es die Spatzen von den Dächern pfiffen, dass er ihn nun bald gänzlich vernichten werde. Das ist nun freilich nicht gelungen. Die Ueberzeugung von der fundamentalen Bedeutung der GEGENBAUR'schen Arbeiten ergreift von Jahr zu Jahr immer weitere Kreise, während DOHRN gar Vieles von seinem Werke selbst eliminiren musste und durch Andere fallen sah, und schliesslich auch gezwungen ward, in manchem Stücke dem zuvor herabgesetzten Gegner zu folgen. War somit sein Bemühen auch ein vergebliches, so kann er doch guten und ruhigen Gewissens von sich sagen: Ut desint vires, tamen est laudanda voluntas.

DOHRN's Ausführungen zeigen, welch grosser Meister in der Dialektik er ist. Ein Solcher gewinnt leicht Erfolge, namentlich bei Unwissenden und Kritiklosen; aber ein langes Leben haben solche Erfolge nicht. Die Thatsachen und die Wahrheit sind unerbittlich und schliesslich doch beredter, als alle Worte und alles Lärmen; und so will mir scheinen, dass das, was GEGENBAUR's überlegener Geist, sein reiches Wissen und sein unvergleichliches Können uns geschenkt, dass aber auch gerade seine vergleichende Methode, der man sehr unrecht nachgesagt, als unterschätzte sie die Physiologie und Ontogenie — nur gegen die kritiklose Vermengung von Morphologie und Physiologie und gegen das praetensiöse Ausspielen ungesicherter und ungesichteter ontogenetischer Einzelfunde erhebt sie Einspruch —, recht gegründeten Anspruch auf ein langes Leben hat, dass seine Gaben nach Menschenaltern noch den Arbeiten dankbarer und verständnissvoller Nachkommen zum Segen gereichen werden, wenn auch das Meiste von dem, was wir Kleinen inzwischen arbeiteten, längst überholt, verklungen und vergessen sein wird. Und wenn ich auch DOHRN zu diesen Kleinen rechne, so weiss ich wohl, dass er nach seiner Schätzung riesengross über GEGENBAUR dasteht und diesen Glauben auch ins Grab mitnehmen wird.

Selbstverständlich erkenne ich gern und willig an, dass uns DOHRN's Arbeiten neben vieler Spreu auch gute und fruchtbare Körner gegeben haben. Gerade in dieser Abhandlung habe ich wiederholt Gelegenheit genommen, das zu erwähnen und hervorzuheben. Auch schätze ich voll und ganz seine schöpferischen Verdienste um die Gründung und Weiterbildung zoologischer und biologischer Stationen. Frei von jeder Leidenschaftlichkeit und nur nach Billigkeit und Gerechtigkeit wollte ich meine Meinung in dieser Sache aussprechen. Und wenn ich dabei GEGENBAUR, dessen Schüler gerade so wie DOHRN gewesen zu sein ich als ein besonderes Glück preise, den ersten Platz unter den lebenden Morphologen gab, so leitete mich dabei nicht meine grosse Dankbarkeit, sondern selbstverständlich nur die reinste Bewunderung der wissenschaftlichen Thaten dieses wahrhaft grossen Forschers und Menschen.

oder laterale Wurzeln der Hirnnerven beurtheilt und ihre Muskeln von den primordialen Visceralmuskeln abgeleitet (Oculomotorius, Trochlearis und Abducens: Balfour 1878, Marshall 1881, Dohrn 1885 [wobei der Trochlearis höchstwahrscheinlich eine dorsale Wurzel repräsentire], Houssay 1890, von Kupffer 1894 [wobei hinsichtlich des M. rectus externus nicht definitiv entschieden wird, ob er somitischer oder visceraler Abstammung sei]; — Oculomotorius und Trochlearis: Hatschek 1892; — Trochlearis und Abducens: von Kupffer 1891, 1895; — Trochlearis: Dohrn 1887, 1890 [jetzt als laterale Wurzel gedeutet], Hoffmann 1889 [dorsaler Nerv], Martin 1891 [vielleicht], Froriep 1891), wobei auch einige Autoren eine successive Umwandlung der Fasern und Funktionen annehmen, resp. zwischen primären und sekundären Augenmuskelnerven unterscheiden, ferner eine ganz eigenartige Entstehung in loco oder eine centralwärts gehende Entwickelung des einen oder anderen Nerven beschreiben (Platt 1891, Froriep 1891, Mitrophanow 1892, 1893, Sedgwick 1894, 1896 etc.). Bald fasst man die Augenmuskelnerven als Abkömmlinge des Trigeminus resp. Trigeminus und Facialis auf (wobei in der Regel der Oculomotorius dem 1. Segmente des Trigeminus und der Trochlearis dem 2. Segmente dieses Nerven zugerechnet wird, während man den Abducens dem Trigeminus (Gaskell, Rabl, Hatschek 1893, von Kupffer) oder dem Facialis (Marshall, van Wijhe, Beard, Zimmermann, Hatschek 1892, Hoffmann) zutheilt), bald als selbstständige komplett angelegte Nerven, die sekundär ihre dorsalen Wurzeln und Ganglien[1]) verloren oder nur noch in umgewandelten Rudimenten beibehielten (so z. B., wenn ich recht verstehe, Hoffmann 1889 [Trochlearis vielleicht vorderster segmentaler Kopfnerv]; Gaskell 1889 [zum Theil auf Grund von Thomsen's Befunden 1887, Oculomotorius und Trochlearis die beiden ersten Kopfnerven repräsentirend]; Platt 1891 [mit dem N. thalamicus einen vorderen, zwischen Olfactorius und Trochlearis befindlichen kompletten Nerven bildend]), bald als den übrigen Nerven und Muskeln nicht vergleichbare Bildungen sui generis (zum Theil Hoffmann 1894, vielleicht ursprüngliche praechordale, nicht auf Segmente zurückführbare Nerven repräsentirend).

Der eigenthümliche dorsale Austritt des N. trochlearis hat namentlich seit J. Müller zahlreiche Autoren beschäftigt. Von den neueren Embryologen hat van Wijhe (1886 B) versucht, diese dorsale Ablenkung durch das mächtige Anwachsen der Vorderstränge des Rückenmarks zur Olive und zu der in das Corpus quadrigeminum ziehenden Schleife im Hinterhirngebiete zu erklären[2]); His (1888) erwähnte, dass die Eigenthümlichkeit des Verlaufes seiner Wurzel vielleicht auf die starke Abplattung des Gehirnrohres im Isthmusbereiche zurückzuführen sei,

1) Das dem Oculomotorius angeschlossene Ganglion (Ganglion oculomotorii resp. ciliare s. mesocephalicum) wurde bekanntlich sehr verschiedenartig beurtheilt und benannt, bald als echtes Oculomotorius-Ganglion dorsaler oder ventraler Natur, bald als Trigeminus-Ganglion, bald als sympathisches Ganglion aufgefasst. Desgleichen wurden bei dem Trochlearis und Abducens ihnen von Anfang an angehörige oder ihnen ursprünglich fremde (sympathische, trigeminale) Ganglien beschrieben.

2) Umgekehrt lässt Rabl (1889) den Oculomotorius aus seiner nach diesem Autor ursprünglich dorsalen Lage durch die Entwickelung der Pedunculus-Bahn ventralwärts gedrängt werden.

welche einer sagittalen Richtung der faserbildenden Zellen und der von ihnen ausgehenden Achsencylinder günstig sein müsse; Hoffmann (1889) frägt, ob der N. trochlearis den alten Nerven für die Schutzorgane des Parietalauges repräsentire, der sich mit der Rückbildung desselben sekundär in den Augenmuskelnerven umgebildet habe, welcher das Auge schräg nach oben zieht. Auch ist daran gedacht worden, denselben auf Grund der Existenz eines transitorischen sogenannten Trochlearis-Ganglions als einen ursprünglichen sensibeln Nerven aufzufassen, der erst später motorische Eigenschaften gewonnen habe. Dass er von allen Kopfnerven sich am spätesten ausbilde, wird von mehreren Autoren (Marshall 1881, Marshall and Spencer 1881, van Wijhe 1882, van Bemmelen 1889, Oppel 1890, Dohrn 1891, Platt 1891) ausdrücklich angegeben; Marshall and Spencer, van Wijhe, Oppel, Dohrn (1890, 1891) und Hoffmann (1894) erwähnen zugleich, dass ihnen seine erste Entstehung und die Ausbildung seines Verbandes mit dem M. obliquus superior trotz vieler aufgewandter Mühe unbekannt geblieben sei. Oppel sieht das zweite Myotom vor der Bildung dieses Muskels verschwinden; Platt lässt zuerst einen primitiven N. trochlearis sich entwickeln, welcher auch gewisse Rückbildungen und Umbildungen des N. ophthalmicus superficialis entstehen lasse, während der definitive N. trochlearis sich erst sekundär aus Ganglienzellen bilde, welche nach dem Gehirn zu streben. Endlich sei erwähnt, dass Golgi (1893) nach dem Vorgange von Deiters am centralen Trochlearis-Kern gewisse Eigenthümlichkeiten seiner Ganglienzellen beschrieb, welche denselben einen recht primitiven, embryonalen Charakter verleihen.

c. Vergleichung der Spinal- und Cerebralnerven auf Grund ihrer Zusammensetzung.

aa. Akranier.

Bei der Vergleichung der die spinalen und cerebralen Nerven zusammensetzenden Komponenten bildet *Amphioxus* den Ausgangspunkt; bei diesem tiefsten Vertebraten sind die Nerven des cerebralen Gebietes im Wesentlichen denen des spinalen Gebietes gleichgebildet und bestehen aus alternirenden ventralen und dorsalen Nerven.

Die ventralen Nervenfasern beginnen vermuthlich — der sichere Nachweis dafür ist noch zu führen — von medullaren Zellen und treten nach dem Austritte aus der Hülle des centralen Nervensystems, ohne sich mit einander zu verbinden, sofort oder nach kurzem Verlaufe an die von ihnen versorgten Seitenrumpfmuskeln. Darin spricht sich ein durchaus primitives, an die frühesten ontogenetischen Stadien der Kranioten erinnerndes Verhalten aus.

Die dorsalen Nerven verlaufen zunächst in den intermyomeren Septen, dann oberflächlich von der Seitenrumpfmuskulatur und führen sensible und motorische Fasern, von denen die ersteren die äussere (ektodermale) Haut und die innere (entodermale) Schleimhaut, die letzteren die viscerale Muskulatur (Constrictor-System) innerviren; wahrscheinlich entstammen die sensibeln Fasern den peripherischen

Ganglienzellen (Repräsentanten der Spinalganglien) und besitzen im centralen Nervensystem nur ihre centralen Enden, die viscero-motorischen dagegen scheinen von medullaren Zellen, deren specielleres Verhalten (ob Hinterzellen oder Lateralzellen vergleichbar) noch unbekannt ist, ihren Ausgang zu nehmen. Hier hat die Untersuchung noch manche Lücken auszufüllen. Der zu den Eingeweiden und zur visceralen Muskulatur gehende Ram. visceralis zeigt in seinem bogenförmigen, den ventralen Rand des Seitenrumpfmuskels umkreisenden und dann zu dem Lig. denticulatum und den Eingeweiden aufsteigenden Verlaufe eine Eigenthümlichkeit, die nicht als primäre beurtheilt werden kann, sondern wahrscheinlich in Folge des ventralen Herunterwachsens der Seitenrumpfmuskulatur und der dorsalwärts gehenden Ausdehnung des Peribranchialraumes — beides sekundäre Processe — diesen Weg zugewiesen erhielt (p. 647 Anm. 2). Einige von den vorderen dorsalen Nerven (im Kopfgebiete) erheben sich durch den Besitz von specifischen peripherischen Terminalkörperchen und den Verband mit Geschmacksknospen über die Mehrzahl ihrer homodynamen Genossen[1]).

Dazu kommt der N. olfactorius als ein den anderen Nerven nicht vergleichbares Gebilde. Mit von Kupffer und der Mehrzahl der Autoren neige ich dazu, ihn als unpaaren Nerven und *Amphioxus* als echten Monorhinen aufzufassen.

bb. Kranioten.

Bei den Kranioten sind die beiden Abschnitte des Gehirns und Rückenmarks zu höherer und differenterer Ausbildung gekommen. Hier ist zwischen Cerebral- und Spinalnerven ein deutlicher Unterschied gegeben; die Myxinoiden mit ihrem ersten spino-occipitalen Nerven zeigen eine gewisse Interferenz. Zugleich bietet aber der Seitenrumpfmuskel der Kranioten den erheblichen, schon oben (p. 646) des Näheren nachgewiesenen Unterschied dar, dass er von *Amphioxus*-artigen ontogenetischen Anfängen beginnend eine mächtige oberflächliche, laterale Lage neu entfaltet hat, während die alte mediale Lage des *Amphioxus* bis auf geringe Reste (p. 649) oder gänzlich zurückgebildet ist. Die Folge dieser Veränderung ist einmal die Verlängerung der ventralen motorischen Nerven, welche sich zu längeren Stämmen zusammenschliessen, ehe sie ihre Muskeln erreichen, dann der abweichende Verlauf der dorsalen Nerven, welche nun von der sie lateral überwachsenden Seitenrumpfmuskulatur bedeckt verlaufen, auch mit ihren visceralen Aesten nicht mehr den Bogen um den ventralen Saum des Seitenrumpfmuskels zu machen brauchen, sondern mehr oder minder direkt zu ihrem Endgebiete gelangen. Im Rumpfbereiche mit seiner hoch entwickelten Seitenrumpfmuskulatur ist diese Differenz gegenüber den Akraniern eine durchgreifende; im Kopfbereiche und dem Anfange des Rumpfes, wo der Seitenrumpfmuskel noch zum Theil ein primitiveres Verhalten und die ursprüngliche mediale

1) Eine eigenthümliche Stellung nimmt der erste paarige Nerv ein, indem er eine ventrale Lage mit dorsalen Eigenschaften verbindet. v. Kupffer (1893 B.) ist darauf hin geneigt, ihn als ventralen sensibeln einer besonderen Kategorie zugehörenden Nerven aufzufassen.

Lage gewahrt hat (sog. Kopfsomiten, spino-occipitale Somiten), finden sich noch gewisse Anklänge an die Zustände bei *Amphioxus*[1]).

α. Spinale (und neokraniale) Nerven.

Die spinalen Nerven der Kranioten sind wie bei *Amphioxus* ventrale und dorsale, welche bei den Myxinoiden, Petromyzonten und den tiefer stehenden Gnathostomen deutlich alterniren, wobei die ersteren in den Myomeren (myal), die letzteren zwischen denselben (septal) verlaufen, bei der Mehrzahl der Gnathostomen aber durch innigeren Zusammenschluss diese alternirende Aufeinanderfolge und den selbstständigen Verlauf mehr aufgegeben haben. Bei den Petromyzonten laufen sie noch getrennt, bei den Myxinoiden und Gnathostomen verbinden sie sich, als ventrale und dorsale Wurzeln, zu Nervenstämmen, wobei dieser Verband, je höher wir in dem Thierreiche aufsteigen, ein immer früherer, d. h. dem Centrum mehr genäherter wird und zu einer immer längeren Stammbildung führt.

Die ventralen Wurzeln (Nerven) beginnen von centralen Ganglienzellen in der Medulla, treten im ventro-medialen Bereiche des Rückenmarkes aus und begeben sich nach verschieden langem Verlaufe und unter mehr oder minder komplicirtem Verhalten zu der den Urwirbeln entstammenden Seitenrumpfmuskulatur und ihren Abkömmlingen. Im vorderen Rumpfbereiche haben sie sekundär näheren Anschluss an den Kopf gewonnen und repräsentiren die neokranialen spino-occipitalen Nerven (incl. N. hypoglossus), welche die neokranialen metaotischen Somiten (ursprüngliche Rumpfsomiten) und ihre Abkömmlinge versorgen, die zugleich in Folge ihrer durch sekundäre Reduktionsvorgänge bedingten einfacheren und auf das ventro-mediale Gebiet beschränkten Ausbildung sich von ihren komplicirteren Nachfolgern unterscheiden. Ausser diesen somato-motorischen Nerven führen die ventralen Wurzeln noch sympathico-motorische Fasern für die Eingeweide und Gefässe, welche als ventrale Rr. viscerales (ventrale sympathische Wurzeln) von ihnen abtreten und auch Ganglien führen[2]). Bei *Amphioxus* wurden diese Fasern bisher noch nicht nachgewiesen; möglicherweise sind sie auch dort schon vorhanden und bisher nur übersehen, möglicherweise sind sie aber auch erst bei den Kranioten in Folge sekundärer Aberrationen der Somiten in das viscerale Gebiet entwickelt. Hier bleibt noch viel zu untersuchen.

---

1) Mit dieser Auffassung trete ich zu v. KUPFFER in einen gewissen Gegensatz, insofern ich die Ausbildung des Seitenrumpfmuskels nicht als einen konstanten Faktor ansehe, welcher eine unveränderliche Scheidewand zwischen „spinalen" und „branchialen" Nerven bildet. Lediglich der Grad der Ausbildung desselben, je nachdem er sich auf das primordiale mediale Gebiet beschränkt oder eine mächtige lateralwärts gehende Ausbildung unter partieller oder totaler Reduktion der primordialen medialen Elemente gewonnen hat, bestimmt m. E. die relative Lage der Nerven. Ich kann somit v. KUPFFER auch nicht folgen, wenn er annimmt, dass die einwärts von den Somiten verlaufenden dorsalen Spinalnerven der Kranioten nebst dem Ganglion spinale und G. sympathicum neue Erwerbungen darstellen, während der ausserhalb verlaufende Ram. ventralis des *Amphioxus* am Rumpfe verloren ging (1893 B.) Dass im Uebrigen die v. KUPFFER'sche Scheidung der cerebralen und spinalen Nerven eine sehr werthvolle und fruchtbringende ist, erkenne ich voll und gern an; die künftigen Untersuchungen werden unter Bezugnahme auf dieselbe nur gewinnen.

2) Gerade durch die neueren Beobachtungen ist die Existenz dieser ventralen, schon FREUD und VAN WIJHE z. Th. bekannten und vielfach (namentlich von DOHRN und v. KUPFFER) erwähnten Ganglien aufgeklärt worden.

Die dorsalen Wurzeln (Nerven) beginnen wie bei *Amphioxus* von der dorsalen Cirkumferenz des Rückenmarkes und bestehen zum grösseren Theile aus (cutanen und mucösen) sensibeln Fasern, welche den Spinalganglienzellen entstammen und im Rückenmarke central enden, zum kleineren Theile aus motorischen Fasern, welche von centralen, übrigens bei den verschiedenen Thieren in verschiedenen Zonen des Rückenmarkes gelegenen Ganglienzellen (Hinterzellen, Lateralzellen etc.) ausgehen und die Spinalganglien durchsetzen, ohne mit deren Zellen in Verband zu stehen. Diese motorischen Fasern, welche man von den dorsalen sensibeln Elementen als Lateralfasern unterscheiden kann[1]), gehen vermuthlich auch zu der visceralen Muskulatur, und zwar in den Bahnen der dorsalen Rr. viscerales (dorsalen sympathischen Wurzeln), welche somit dorsale sensible und laterale motorische Elemente führen. Diese Rr. viscerales sind vergleichbar mit den gleichnamigen Nerven der Akranier, aber fast einfacher als dort gebaut, da ein grosser Theil der visceralen Muskeln des *Amphioxus* im Rumpfgebiete der Kranioten zurückgebildet ist.

Danach scheint das sympathische System des Rumpfes seine sensibeln Fasern von den dorsalen, seine motorischen von den dorsalen und ventralen Wurzeln zu erhalten.

β. Cerebrale palaeokraniale Nerven.

Die cerebralen palaeokranialen Nerven der Kranioten treten wie bei den Akraniern als ventrale und dorsale auf; beide sind aber wie die ventralen und dorsalen Spinalnerven von *Amphioxus* und den Petromyzonten in der Hauptsache selbstständig, somit in dieser Hinsicht auf einer primitiveren Stufe geblieben als die Spinalnerven der meisten Kranioten. Auch ist es hier zu mancherlei metamerischen Veränderungen, Rückbildungen etc. gekommen, über die noch sub 2 gesprochen werden soll.

Die noch persistirenden ventralen Nerven werden durch die Augenmuskelnerven vertreten, die centralen ventro-medialen Kernen entspringen und eine Muskulatur versorgen, die höchst wahrscheinlich aus echten Kopfsomiten, also Homologen gewisser vorderer Myomeren des *Amphioxus* sich entwickelte, aber mit der visceralen Muskulatur nichts zu thun hat. Ich stehe sonach in dieser Frage auf dem insbesondere von VAN WIJHE begründeten Standpunkte. Zugleich ist es hierbei in Folge des mächtigen Eingreifens und des umbildenden Einflusses des Auges zu Veränderungen innerhalb dieser Somiten gekommen, welche von der Gleichmässigkeit des Verhaltens der Rumpfsomiten ganz erheblich abweichen und Heterotypien in der Ausbildung der myogenen Bezirke herbeiführten, welche wohl den Gedanken aufkommen lassen konnten, als seien diese vorderen Myotome den hinteren Rumpfmyomeren nicht vergleichbar. — Oculomotorius und Abducens folgen in ihrem Verlaufe und Austritte aus dem Gehirn dem Typus der ventralen Spinalnervenwurzeln, können somit als rein ventrale oder ventro-mediale Nerven bezeichnet werden. Wie weit sie sympathische Fasern

1) Der Terminus „Lateralfasern" bezeichnet nur eine bestimmte, dem Lateralhorn entstammende Kategorie (Fasern von LENHOSSÉK und CAJAL, laterale sympathische Fasern). Ausser ihnen kommt noch der mannigfaltige Komplex der Hinterzellenfasern in Frage (cf. p. 584 Anm. 1), deren genauere Erkenntniss aber noch manche Untersuchung erfordern wird.

mit sich führen, wie weit ihre mannigfachen Verbände mit transitorischen oder bleibenden Ganglien und Nerven im orbitalen Gebiete primäre oder sekundäre Bedeutung haben, ist grösstentheils noch zu entscheiden. Desgleichen ist die Phylogenese der von dem vordersten Theil des Oculomotorius versorgten intrabulbären Muskeln sowie des von dem Abducens innervirten Retractor bulbi und seiner Abkömmlinge kaum in Angriff genommen. — Ganz abweichend, nicht allein von den anderen ventralen, sondern überhaupt von allen Nerven des Körpers[1]), verhält sich der Trochlearis, der unter kompletter Kreuzung mit seinem antimeren Partner in ultradorsalem Verlaufe auf die andere Seite übertritt und erst dort zu seinem Muskel (Obliquus superior) geht. Von den oben (p. 676f.) mitgetheilten Erklärungsversuchen für diesen abweichenden Verlauf scheint mir der von His gegebene das eigentliche Problem in seiner tieferen kausalen Bedeutung gar nicht zu treffen; desgleichen halte ich den von van Wijhe mitgetheilten, ganz abgesehen davon, dass er auf falschen, Hyrtl und Heitzmann entlehnten Grundlagen ruht, sowie den eine successive Umbildung aus einem sensibeln in einen motorischen Nerven postulirenden, weder für die Erklärung ausreichend, noch überhaupt annehmbar. Dagegen erblicke ich in dem von Hoffmann ausgesprochenen Gedanken, wenn ich ihm auch in der specielleren Durchführung nicht folgen kann, doch den Ausblick in die rechte Gegend. Ich bin geneigt, den M. obliquus superior von einem alten dorsalen Muskel[2]) abzuleiten, der ursprünglich mit dem ihm benachbarten Muskel der Gegenseite für die Bewegung des Parietalauges (dessen langer Nerv die frühere Beweglichkeit noch jetzt andeutet) bestimmt war[3]) und mit der sekundären Rückbildung desselben und der höheren Ausbildung der paarigen Augen neue aberrative Muskelelemente (bei gleichzeitigem successiven Schwund der alten dem parietalen Auge zugehörigen) hervorgehen liess, welche unter Kreuzung und dorsaler antimerer Ueberwanderung sich ganz in den Dienst der bleibenden Augen der Gegenseite stellten, somit eine Muskelwanderung zu statuiren, welche noch jetzt aus der als peripher zu beurtheilenden Kreuzung der beiden Nn. trochleares[4]) abgelesen werden kann, auch für die auffallend späte ontogenetische Ausbildung des M. obliquus superior und N. trochlearis, dessen primitives Verhalten (Deiters, Golgi) und die grossen Schwierigkeiten, mit denen gerade

1) Einige Anklänge an das Verhalten der sog. Hinterzellen und der von ihnen ausgehenden Fasern, die von gewissen Untersuchern auch als motorische angesehen werden, existiren, doch sind die Differenzen weit erheblicher und verbieten jeden Vergleich des N. trochlearis mit denselben.

2) Dass diese dorsale Lage keinen Gegengrund gegen die Ableitung aus einem Somiten bildet, braucht nicht besonders betont zu werden.

3) Ich bin also der Ansicht, dass auch der Stammvater des M. obliquus superior ein an den Bulbus des Parietalauges gehenden Muskel war, und unterscheide mich darin von Hoffmann, der den N. trochlearis die Schutzorgane (welche, ist nicht ausgeführt) des Parietalauges versorgen liess.

4) Dass es sich bei der Trochlearis-Kreuzung nicht um eine centrale, durch antimere Verschiebung der Ursprungskerne zu Stande gekommene, sondern um eine peripherische, durch peripherische Einflüsse bedingte, Kreuzung handelt, geht aus der ganzen Anordnung derselben deutlich hervor. Hoffmann thut dieser Kreuzung keine Erwähnung. Martin (dessen Abhandlung über die Entwickelung der Kopfnerven der Katze 1890 mir nur aus Krause's Referat bekannt ist) lässt den N. trochlearis zuerst in der Hauptsache ungekreuzt entspringen; nur ein kleiner Theil seiner Fasern komme aus der entgegengesetzten Seite, später würden die ungekreuzten Fasern verdeckt. Danach scheint es, als ob Martin eine centrale Kreuzung (die ich nicht acceptiren kann) annimmt.

hier die embryologische Untersuchung zu kämpfen hat, eine gewisse Illustration abgiebt. Selbstverständlich will dieser Versuch der Erklärung nur eine Idee, ein Programm für künftige Untersuchungen sein; doch glaube ich, dass diese mit der Thatsache der peripherischen Ueberkreuzung der beiden Nn. trochleares und der Ausbildung der Mm. obliqui superiores aus dem somitischen Material der Gegenseite zu rechnen haben werden.

Die dorsalen Nerven werden durch die typischen spinalartigen Nerven (Trigeminus, Acustico-facialis, Glossopharyngeus, Vago-accessorius) repräsentirt, welche wie die entsprechenden Nerven des *Amphioxus* und wie die dorsalen Spinalnerven aus sensibeln und motorischen Fasern bestehen. Die sensibeln Fasern entstammen peripherischen Ganglien (Hauptganglien und epibranchiale Ganglien), welche eine allgemeine Homologie mit den Spinalganglien verbindet[1]), enden innerhalb des Gehirns an den sogenannten dorsalen Kernen und verlaufen peripherwärts zur äusseren Haut (die sie in höherer Ausbildung ihrer Funktionen mit sensibeln Rr. cutanei und sensorischen Rr. laterales versorgen) und zur Schleimhaut (viscero-sensible oder sensible sympathische Fasern). Die motorischen Fasern sind für die viscerale Muskulatur bestimmt und haben in Folge der höheren Ausbildung derselben eine ansehnlichere Entwickelung gewonnen; sie entspringen von ventralen Ganglienzellen, welche in bekannter Weise hier in Gestalt einer lateralen oder ventro-lateralen Kernreihe zu besonderer Entfaltung gelangt sind, übrigens aber auch jenen lateralen Ganglienzellen, von denen z. B. die von LENHOSSÉK und CAJAL entdeckten Fasern ausgehen, verglichen werden können, verlaufen in dorso-lateraler Richtung (zum Theil auch unter mehr oder minder beträchtlicher Bogenbildung) nach aussen, um sich den dorsalen sensibeln Wurzelantheilen anzuschmiegen, und begeben sich schliesslich innerhalb der posttrematischen (resp. der denselben homologen) Nervenäste zu der von ihnen versorgten palaeokranialen Muskulatur. Von den speciell sensibeln dorsalen Wurzeln (Hinterhornfasern) sind sie daher auch als laterale motorische Wurzeln (Seitenhornfasern) von vielen Autoren hervorgehoben worden, womit ich übereinstimme. Besondere von ihnen abgegebene Zweige gehen zu der internen Pharynxmuskulatur und wohl auch zu den hier befindlichen Gefässen; sie wurden als speciell viscero-motorische und vaso-motorische Nervenfasern angesprochen; im weiteren Sinne des Wortes kann man aber auch alle diese motorischen Fasern dem viscero-motorischen System zurechnen, wie dies z. B. GASKELL u. A. thun. Die von v. KUPFFER beschriebenen „Spinalnerven" des Kopfes bin ich geneigt, in der Hauptsache als sensible sympathische Nerven anzusprechen, finde auch, dass dieselben bei erwachsenen Thieren zum Theil durch die epibranchiale spinale Muskulatur hindurchtreten, um zu ihrer Endverbreitung zu gelangen, was mit dem von v. KUPFFER angegebenen Verlaufe dieser Nerven einigermaassen harmonirt. — Mit meiner Auffassung der typischen spinalartigen Nerven folge ich somit in der Hauptsache der von VAN WIJHE vertretenen

1) Auf die besonderen Eigenthümlichkeiten Beider, welche eine speciellere Homologie ausschliessen, ist hier nicht einzugehen.

Auffassung, kann aber den Autoren, welche die lateralen motorischen Fasern dieser Nerven mit den ventralen motorischen Fasern der Spinalnerven vergleichen, somit eine komplette Homologie zwischen den dorsalen (resp. dorsalen und lateralen) palaeokranialen Nerven und den Spinalnerven annehmen (Phisalix, Goronowitsch), nicht folgen.

Ueber die von v. Kupffer beschriebenen transitorischen dorsalen Primärganglien, welche dem dorsalen Bereiche des Centralnervensystems entstammen und in früher Embryonalzeit die Kopf- und Rumpfmyomeren versorgen, besitze ich keine eigenen Erfahrungen und enthalte mich daher ihrer Beurtheilung.

Der Sympathicus des Kopfes setzt sich nach den obigen Mittheilungen aus den dorsalen sensibeln Nerven entstammenden sensibeln Elementen und aus motorischen Fasern zusammen, welche wohl grösstentheils von den lateralen motorischen Fasern abgegeben werden; ob auch die ventralen motorischen Nerven (Augenmuskelnerven) an dieser Abgabe sympathiko-motorischer Elemente noch participiren, ist noch nicht vollkommen sicher gestellt, aber nicht unwahrscheinlich.

Wiederholt wurde in den vorhergehenden Darlegungen (p. 595, 615, 645, 679) die altbekannte Thatsache des Alternirens der dorsalen und ventralen Wurzeln bei den niederen Vertebraten hervorgehoben; Hatschek und van Wijhe haben insbesondere darauf hin Schemata aufgestellt, in welchen die ersteren als septale, die letzteren als myale Nerven wechselweise auf einander folgen. Ich bin mit dieser Aufstellung einverstanden. Auf ähnlicher Grundlage bewegt sich die Beobachtung Dohrn's (1890 B), dass die Vorderhorn- und Seitenhornnerven mit einander zu alterniren scheinen; sie führt ihn zugleich zu der Hypothese resp. Frage, ob nicht beide motorischen Kategorieen ein und dasselbe sind. Auch diese Frage ist diskutabel; ihre Lösung wird aber erst dann angebahnt sein, wenn ontogenetisch und phylogenetisch die Instanzen genau dargelegt sind, welche zu dem so überaus differenten Verlaufe der ventralen oder medialen Somitennerven und der lateralen Seitenplattennerven geführt haben. Einen Versuch in diesem Sinne habe ich gemacht (cf. p. 647), bin mir aber wohl bewusst, dass mit dieser Andeutung noch sehr wenig gethan ist, dass die wirkliche Beantwortung der Frage nur nach gründlicher und ausgiebiger Arbeit gegeben werden kann.

Von dem N. olfactorius der Kranioten gilt in der Hauptsache das bei *Amphioxus* Gesagte (p. 678). Dass derselbe hier eine paarige Ausbildung gewonnen hat, hängt mit der besonderen Entfaltung der kranioten Regio olfactoria zusammen, die bei den Myxinoiden und Petromyzonten noch eine Mittelstellung aufweist, bei den Gnathostomen aber zur ausgesprochenen Amphirhinie gelangt ist (von Kupffer).

Beifolgende Tabelle möge einen Theil des Besprochenen übersichtlich zur Anschauung bringen[1]):

---

1) Die Hauptmängel unserer Kenntniss (ungenügende Kenntniss des relativen Verhaltens der Hinterzellen und Lateralzellen, ungenügende Aufklärung der Ursprungsverhältnisse des Sympathicus) sind im vorhergehenden Texte hervorgehoben.

	Nerven der Akranier.	Spinale Nerven der Kranioten.	Cerebrale Nerven der Kranioten.	
Centripetale Nerven. (Dorsale sensible Fasern.)	Rr. cutanei, Rr. laterales und sensible Antheile der Rr. viscerales der dorsalen Nerven.	Rr. cutanei und sensible sympathische Fasern der dorsalen Nerven oder Wurzeln.	Rr. cutanei, Rr. laterales u. sensible sympathische Fasern der Nn. trigeminus, acustico-facialis, glossopharyngeus u. vago-accessorius.	Dorsale gemischte Nerven resp. Wurzeln (dorsale + laterale Nerven).
Centrifugale Nerven. Hinterzellenfasern (Kutschin'sche, Rohon'sche Fasern etc. etc.).	Motorische Antheile der Rr. viscerales (Ursprung, ob von Hinterzellen oder von Lateralzellen, noch nicht aufgeklärt).	Hinterzellenfasern der niederen Kranioten.	?	
Lateralzellenfasern (Seitenhornfasern, motorische Seitenplattennerven).		Laterale motorische sympathische Fasern (incl. die Fasern von Lenhossék u. Cajal).	Motorische Fasern der Nn. trigeminus, facialis, glossopharyngeus u. vago-accessorius nebst motorischen sympathischen Fasern derselben.	
Ventralzellenfasern (Vorderhornfasern, motorische Urwirbelplattennerven).	Somato-motorische Fasern (Nerven des Seitenrumpfmuskels).	Somato-motorische Fasern (Nerven des Seitenrumpfmuskels); medio-ventrale mot. sympath. Fasern.	Motorische Fasern für die Augenmuskeln; möglicherweise auch motor. sympath. Fasern derselben (?)	Ventrale motorische Nerven resp. Wurzeln.

2. Speciellere metamerische Vergleichung der Spinal- und Cerebralnerven.

In den vorstehenden Auseinandersetzungen wurde eine vorläufige, in verschiedenen Punkten allerdings noch der Fundirung bedürftige Grundlage für die metamerische Vergleichung der spinalen und cerebralen Nerven gegeben. Zu dieser wende ich mich jetzt.

a. Kurzer historischer Ueberblick.

Gegenbaur (1870, 1872, 1887) verdanken wir bekanntlich die erste umfassendere metamerische Vergleichung der Spinal- und Cerebralnerven, wobei seine Untersuchungen an den niederen Selachiern den Ausgang bildeten. Olfactorius und Opticus gehören dem praevertebralen Abschnitte des Schädels an, die anderen Nerven dem vertebralen. Ihre Vertheilung wird durch die Visceralbogen bestimmt, innerhalb deren ihre ventralen Aeste sich verzweigen. Der Trigeminus verbreitet sich im Gebiete des Labialknorpels und des Kieferbogens und entspricht 2 (1870, 1872) oder 1 (1874, 1878, 1887 A.[1])) metamerischen Nerven; der Facialis ist der Nerv der

1) In der Veröffentlichung von 1887 wird die Frage offen gelassen, ob der Ophthalmicus profundus selbstständig, ob somit der Trigeminus ein zweitheiliger Nerv sei oder nicht.

zwischen Kiefer- und Zungenbeinbogen liegenden Visceralspalte und monomer; das Gleiche gilt für den Glossopharyngeus, der sich im Bereiche der zwischen Zungenbeinbogen und erstem Kiemenbogen gelegenen Kiemenspalte ausbreitet; der Vagus vertheilt sich im Gebiete aller folgenden Kiemenspalten und dem daran anschliessenden intestinalen Bereiche und entspricht einem Multiplum von metamerischen Nerven, deren Zahl wahrscheinlich früher grösser war, jetzt aber in Folge der Reduktion hinterer Kiemenspalten und Kiemenbogen sich auf 6 (bei *Heptanchus*) und weniger (bei den übrigen Haien und Gnathostomen) Segmente vermindert hat. Von den dorsalen Aesten, welche von jedem Nerven ausgehen, sind namentlich der R. ophthalmicus des Trigeminus, der R. acusticus des Acustico-Facialis und der R. lateralis des Vagus zu höherer Ausbildung gelangt. Die Augenmuskelnerven sind wahrscheinlich motorische diskret austretende Wurzeln eines Theiles des Trigeminus; der Abducens gehört vielleicht auch dem Facialis an.

An Gegenbaur knüpfen alle folgenden Forschungen über die Metamerie der Cerebralnerven an; in den meisten derselben tritt aber mehr und mehr die ontogenetische Untersuchung in den Vordergrund und führt zu Ergebnissen, welche in vielen Stücken wesentlich von den Befunden Gegenbaur's abweichen. Wie bekannt, sind es namentlich Götte, Balfour, Marshall, van Wijhe, Ahlborn, Froriep, Beard, Dohrn, His, Wiedersheim, Gaskell, Kastschenko, Béraneck, Goronowitsch, Rabl, Hoffmann, Houssay, Oppel, v. Kupffer, Strong, Pollard, Platt, Killian, Zimmermann, Hatschek, Mitrophanow, Pinkus, Price, welchen wir theils umfassende Bearbeitungen des vorliegenden Problems, theils diesen oder jenen wichtigen Fund, theils die Aufstellung von diesbezüglichen Schematas verdanken[1]).

In den ontogenetischen Arbeiten gewinnen insbesondere nach dem Vorgange von van Wijhe (1882) die Somiten (Myotome, Myomeren, Mesomeren) des Kopfes neben den Visceralbogen (Branchiomeren) eine hervorragende Bedeutung für die Bestimmung der Metameren der Kopfnerven; wegen ihrer früheren ontogenetischen Ausbildung werden sie den erst später durchbrechenden Kiemen von Vielen vorangestellt und als die eigentlich ausschlaggebenden Faktoren angesehen, während Andere ihnen wieder ein minderes Gewicht zuertheilen.

Die ontogenetischen Befunde ergeben zugleich eine in manchen Fällen sehr hochgradige numerische Differenz zwischen Myomeren und Branchiomeren. Diese Dysmetamerie, welche Gegenbaur als sekundär entstanden beurtheilt hatte, wird von Ahlborn (1884 B.), dem zahlreiche Autoren darin folgten, zu einem Faktor von principieller Bedeutung erhoben; bessere Ueberlegung und namentlich die Stimme Gegenbaur's, der an der Hand von überzeugenden Thatsachen nachwies, dass eine ursprüngliche Eumetamerie bestanden habe, dass aber die Vertheidiger der primitiven

1) Auf den specielleren Inhalt dieser Arbeiten ist hier nicht einzugehen. Ich verweise zur schnellen Orientirung über den Inhalt derselben namentlich auf die zusammenfassenden und kritischen Darstellungen von Gegenbaur (1887 A.), Froriep (1891), Rabl (1892) und v. Kupffer (1893 B.) — Die Frage der Neuromerie oder Encephalomerie lasse ich hier bei Seite; hinsichtlich derselben sind insbesondere Dursy, v. Kupffer, Ryder, Orr, Béraneck, Hoffmann, Mc Clure, Zimmermann, Waters, Froriep, Herrick, Strong und Locy zu vergleichen.

Dysmetamerie durch Cänogenesen getäuscht worden seien, hat diese Irrlehre bald zu Fall gebracht und die unerlässliche, entscheidende Bedeutung der vergleichenden Anatomie bei Beurtheilung der ontogenetischen Funde dem, der sehen will und kann, klar vor Augen gestellt (vergl. auch p. 651 f.). Doch ist in einzelnen Fällen von Dysmetamerie die Entscheidung, was sekundär vermehrt oder vermindert sei, die Myomeren oder Branchiomeren, schwierig und noch lange nicht in eindeutiger Weise durchgeführt. Meist erweisen sich die Myomeren als der mehr veränderliche Faktor, mitunter sind es auch die Branchiomeren. Wie schon erwähnt, gelten der Mehrzahl der Untersucher die ersteren auf Grund ihrer früheren ontogenetischen Entstehung als das Maassgebende in der Bestimmung der Metamerien, Anderen die Kiemenanlagen (GEGENBAUR) resp. die epibranchialen Ganglien (v. KUPFFER 1895). Manches, namentlich im palaeokranialen Kopfbereiche, was die Einen als vollwerthige konstante Myotome beschreiben (VAN WIJHE, HOFFMANN), wird von den Anderen als unregelmässige und variable Gebilde (DOHRN 1885) oder nicht einmal als Homologe der Rumpfsomiten (RABL 1889, 1892) angegeben. Das Gleiche ist der Fall mit den branchialen Bogen, Spalten und Höhlen. Dazu kommen die — in der vorliegenden Abhandlung im Detail besprochenen — Ausfallserscheinungen und Verschiebungen im neokranialen und im vorderen Rumpfgebiete, welche hier die Vergleichung zwischen den zusammengehörigen Myomeren und Branchiomeren besonders erschweren und bei rein ontogenetischer Behandlung wegen der cänogenetischen Zusammenziehungen zu Täuschungen Veranlassung geben können (vergl. z. B. p. 439, 567, 573). Im palaeokranialen Gebiete, wo die Verschiebungen noch eine geringere Excursion zeigen, scheint eine minder hochgradige Abweichung von der primordialen Eumetamerie zwischen beiden Segmentkategorien zu bestehen (GEGENBAUR). Doch haben die neueren Befunde am Vorderkopf des *Torpedo*-Embryo (DOHRN 1890, KILLIAN 1891) einen Ueberschuss von, allerdings nicht regelmässig ausgebildeten und von gewissen Autoren (RABL 1892) nicht einmal anerkannten, Myotomen zu Tage gefördert, der nun gerade diesem eine Dysmetamerie zuweist, welche diejenige des Hinterkopfes bei Weitem übertrifft; auch ist die grosse Discrepanz, welche in dieser Beziehung die Embryonen von *Torpedo* gegenüber denen der Haie zeigen, bisher noch nicht aufgeklärt worden. Desgleichen werden zahlreiche Rückbildungen und Umwandlungen im Gebiete der Branchiomeren behauptet; die extremsten Vertreter dieser Richtung, so namentlich MARSHALL, DOHRN, HOUSSAY, lassen selbst Nase, Hypophysis, Mund, Auge (Linse), Gehörorgan, Thyreoidea, Leber, Anus aus Kiemenspalten hervorgehen, ohne freilich im Stande zu sein, diese Behauptungen im Einzelnen zu beweisen.

Hinsichtlich aller dieser Fragen stehen wir mitten in den lebhaftesten Kontroversen, deren Lösung und Versöhnung bei den zur Zeit noch in mancher Hinsicht ungenügenden Materialien, namentlich aber bei der einseitigen Beurtheilung und der verschiedenen Werthschätzung der zur Erkenntniss führenden Methoden, fürs Erste noch nicht abzusehen ist.

Aus dem Gewirr der ontogenetischen Angaben über das metamerische Verhalten der einzelnen Gehirnnerven sei einiges kurz zusammengestellt.

a. Typische (spinalartige) dorsale Gehirnnerven.

Von den typischen dorsalen Gehirnnerven wird der Trigeminus als monomerer (Balfour 1878, Marshall 1881, Mitrophanow 1892, 1893), dimerer (van Wijhe 1882, 1894, Beard 1886, Béraneck 1887, Wiedersheim 1888, 1893, Houssay 1890, Platt 1891[1]), Zimmermann 1891, Pollard 1891, Hatschek 1892, 1893, Hoffmann 1894, Locy 1895), trimerer (Gaskell 1889, Platt 1891[1]), Price 1895), penta- resp. hexamerer (v. Kupffer 1895) Nerv erkannt. Dohrn spricht bei Selachiern von einem maxillaren und mandibularen Bogen (1885) und findet später (1890) bei *Torpedo* in dem entsprechenden oralen und mandibularen Bereiche 7 Somiten, während Killian (1891) hier bei dem gleichen Thiere 5 beobachtete. Von der Mehrzahl der die Dimerie vertretenden Autoren wird nach dem Vorgange von van Wijhe der Ophthalmicus profundus (Ciliaris) als der Nerv des 1. Metamers, der übrige Trigeminus als der Vertreter des 2. Metamers angenommen, während Hatschek, im theilweisen Anschlusse an die erste Auffassung Gegenbaur's, dem Trigeminus A. von *Ammocoetes* die Nn. frontalis I, ophthalmicus profundus und maxillaris, dem Trigeminus B. die Nn. frontalis II, ophthalmicus superficialis trigemini und mandibularis zutheilt. von Kupffer lässt sich bei Bestimmung der Polymerie des Trigeminus von *Ammocoetes* in erster Linie von der Zahl der epibranchialen Ganglien leiten[2]) und rechnet dem Trigeminus auch die Nn. trochlearis und abducens als branchiale motorische Zweige zu.

Betreffs des Acustico-facialis wird bald Monomerie (Balfour, Marshall, Gaskell, Hatschek, Mitrophanow, v. Kupffer, Price), bald Dimerie (van Wijhe, Dohrn, Wiedersheim, Zimmermann, Hoffmann, Locy), bald Trimerie (Dohrn 1885, Beard), bald Tetramerie (Houssay) behauptet. Dohrn spricht 1885 von wenigstens zwei Metameren und unterscheidet auch einen Spiracular-, Hyomandibular- und Hyoidbogen, 1890 schreibt er ihm ein Multiplum von Visceralbogen zu. Beard nimmt einen dimeren Facialis an, dem als drittes Segment der Acusticus folgt. Houssay zählt die vier Visceralspalten des Spritzloches, Hyomandibulare, Hyoids und Ohres. Price beschreibt bei dem Embryo von *Bdellostoma* drei Epibranchialganglien. Miss Platt findet bei *Acanthias* im betreffenden Gebiete 3, Dohrn und Killian bei *Torpedo* 6—7 Somiten.

Ueber den Glossopharyngeus herrscht Einigkeit, indem derselbe von allen darüber handelnden Autoren als monomerer Nerv beurtheilt wird. Killian beschreibt in der Glossopharyngeus-Zone 2 Somiten.

Hinsichtlich des Vagus (Vago-Accessorius) gehen wieder die Angaben sehr auseinander. Eine primordiale Monomerie desselben wird gefunden oder angenommen

---

1) Miss Platt habe ich hier als Befürworterin der Dimerie und Trimerie des Trigeminus angeführt, je nachdem der von ihr vor dem eigentlichen Trigeminus gefundene N. thalamicus als besonderer Nerv aufgefasst oder dem Trigeminus zugerechnet wird.

2) Diese epibranchialen Ganglien sind nach v. Kupffer mit den beiden Hauptganglien (Gangl. ophthalmicum und G. maxillo-mandibulare) des Trigeminus verbunden. Vor dem Mandibular-Bogen finden sich von hinten nach vorn gezählt der Palatin-, Trabecular- und Praecerebral-Bogen, der letzte bei *Acipenser*, nicht aber bei *Ammocoetes* nachweisbar.

von GÖTTE (1875 bei *Bombinator*), ZIMMERMANN (bei *Mammalia*), HATSCHEK, v. KUPFFER (bei *Ammocoetes*), eine Dimerie von VAN WIJHE (1886, 1889, 1894[1]), WIEDERSHEIM, HOFFMANN, zwei oder vielleicht mehr als zwei Metameren von VAN WIJHE (1894 bei Kranioten), eine Trimerie von HOUSSAY (bei *Siredon*), LOCY (bei *Acanthias*), eine Tetramerie von BALFOUR (bei pentanchen Selachiern), VAN WIJHE (1882 bei Haien, 1894 bei *Amphioxus*[2]), BEARD, SHORE, GASKELL, MITROPHANOW, eine Hexamerie von MARSHALL (bei *Heptanchus*), eine Zusammensetzung aus 33—34 Metameren von PRICE (bei *Bdellostoma*). Einige Autoren, so insbesondere ZIMMERMANN (*Mammalia*) und HATSCHEK (*Petromyzon*), ertheilen bei Annahme einer ursprünglichen Monomerie des Vagus (Urvagus) demselben einen Zuwachs neuer Segmente aus dem spinalen Gebiete (spinalartige Vagusanhänge) zu; v. KUPFFER hält bei der Beurtheilung der Metamerie des Vagus nicht die 6 epibranchialen Ganglien, sondern das einfache Hauptganglion desselben für ausschlaggebend und entscheidet sich danach für die Monomerie.

Vor dem Trigeminus liegende und in diese Kategorie gehörende, also praetrigeminale Nerven, werden gefunden in den Nn. olfactorius, apicis und thalamicus. Während die Mehrzahl der Autoren den N. olfactorius als einen sensorischen Nerven sui generis auffasst, wird derselbe von einigen (BEARD, HOUSSAY, PLATT, VON KUPFFER u. A.) als vorderes Homodynamon der typischen spinalartigen Nerven beurtheilt[2]). VAN WIJHE (1894) hält den von PINKUS bei *Protopterus* beschriebenen neuen Nerven (N. apicis VAN WIJHE) für den ersten segmentalen Nerven der Kranioten. PLATT findet, auf den Olfactorius folgend, zwischen ihm und dem eigentlichen Trigeminus den embryonalen N. thalamicus als den Nerven der praemandibularen Kopfhöhle[3]), MITROPHANOW und v. KUPFFER berichten desgleichen über mehr oder minder abortive Nervenanlagen vor dem Trigeminus, welche zum Theil dem Thalamicus von PLATT verglichen werden können. — Dass der vorderste Kopfbereich Rückbildungen zeigt, wird von mehreren Autoren hervorgehoben.

β. Ventrale Gehirnnerven (Augenmuskelnerven).

Von den Augenmuskelnerven wird der Oculomotorius von der überwiegenden Mehrzahl der Autoren einem Segment (Somit oder Visceralsegment) zugerechnet, und zwar ist das in der Regel, falls nicht der Olfactorius als erster resp. Olfactorius und Opticus als erster und zweiter metamerischer Nerv ihm vorausgeschickt werden, das erste Segment des Kopfes. ZIMMERMANN (1891) lässt ihn dem 4. Encephalomer entstammen. Nach DOHRN's späteren Mittheilungen (1890, 1891) geht er (auf Grund des Befundes am *Torpedo*-Embryo) aus 3 bis 4, vielleicht selbst mehr segmentalen

---

1) Der 7. bis 10. Nerv oder nur der 7. und 8. Nerv von *Amphioxus* (in welchem letzteren Falle der 9. und 10. dorsalen Hypoglossus-Wurzeln verglichen werden), während die folgenden 20 Nerven, welche den Kiemenkorb, wie es scheint, in der gleichen Weise versorgen, dem Sympathicus zugerechnet werden.

2) Hierbei wird insbesondere nach dem Vorausgange von MARSHALL, BEARD und HOUSSAY die Riechschleimhaut als eine umgewandelte Kiemenspalte aufgefasst. v. KUPFFER bezeichnet den Olfactorius als den Nerven der paarigen Riechplakode, PLATT bringt ihn mit der „anterior head cavity" in Verband.

3) Betreffs der Antheile und Verdienste, welche VAN WIJHE und PLATT an der Kenntniss der der mandibularen Kopfhöhle vorausgehenden Höhlen haben, verweise ich auf die historischen Bemerkungen HOFFMANN's (1894).

Somitennerven hervor; zugleich findet er 4 bis 7 Wurzeln. Dass er bald als dem Trigeminus vorausgehender Nerv aufgefasst wird, bald (von der überwiegenden Mehrzahl der Autoren) dem Trigeminus, namentlich dessen erstem Theile (Ophthalmicus profundus resp. Trigeminus A. HATSCHEK's) zugerechnet wird, wurde schon oben (p. 676) mitgetheilt.

Der Trochlearis gilt meist als der zum zweiten (somitischen oder visceralen) Segmente gehörige Nerv. BEARD (welcher den Olfactorius als ersten segmentalen Nerven auffasst) rechnet ihn dem dritten, BÉRANECK (der Olfactorius und Opticus ihm als segmentale Nerven vorausgehen lässt) dem vierten Segmente zu. ZIMMERMANN lässt ihn dem 7. sekundären Encephalomer entsprossen. DOHRN findet (1891), dass er aus zwei Metameren zusammengesetzt ist. Auch er wird, wie schon oben mitgetheilt, meist dem Trigeminus, und zwar in der Regel dem zweiten Segmente desselben (VAN WIJHE, HATSCHEK u. A.) oder dem Ophthalmicus superficialis trigemini (MITROPHANOW) oder mit dem Oculomotorius und Buccalis dem Gangl. ophthalmicum trigemini (v. KUPFFER) bei *Petromyzon* zugetheilt.

Der Abducens wird von der Mehrzahl der Autoren zu dem folgenden (dritten resp. vierten) Segment (Myotom- oder Visceralsegment) gerechnet. BÉRANECK rechnet ihn zum achten Segmente; nach ZIMMERMANN entsteht er aus dem 11. sekundären Encephalomer. DOHRN lässt ihn bei *Torpedo* aus 3—4 Metameren sich zusammensetzen und giebt für *Scyllium* 2, für *Mustelus* 6 und für *Pristiurus* 4—7 Wurzelfasern an. KILLIAN beschreibt ihn als trimeren, dem Gebiete des 6., 7. und 8. Myotomes entsprechenden Nerven. Dass er bald zu dem Trigeminus, zu dessen letztem Segmente oder auch mitten hinein in den Trigeminus, bald zu dem Facialis gebracht wird, wurde schon oben (p. 676) mitgetheilt. DOHRN (1890 A.) lässt ihn aus der zwischen dem Facialis und Glossopharyngeus gelegenen Parthie des Nachhirns hervorwachsen.

Dass die Augenmuskelnerven sich ontogenetisch später als die ventralen Spinalnervenwurzeln, und unter ihnen der Trochlearis am spätesten, ausbilden, wird von mehreren Autoren (RABL, VAN BEMMELEN, DOHRN, PLATT, HOFFMANN) angegeben. Auch sprechen sich DOHRN (vor 1890) und RABL gegen die Homodynamie der den Augenmuskeln Ursprung gebenden Mesodermtheile mit Urwirbeln aus. RABL (1889 p. 234) braucht zugleich die Thatsache ihrer späteren Entstehung im Vergleiche mit den hinteren Kopfsomiten resp. Rumpfsomiten zum Einwande gegen die GEGENBAUR'sche Auffassung derselben als primäre oder palingenetische Somiten gegenüber den hinteren sekundären oder cänogenetischen; HOFFMANN (1894) stimmt GEGENBAUR bei.

b. Versuch einer Vergleichung.

Wo liegen nun unter diesen zahlreichen, sich immer und immer widersprechenden und aufhebenden Resultaten der embryologischen Untersuchung die wahren? Wo sind sie zu finden?

Auch hier erweist sich die vergleichende Anatomie als die Führerin im Labyrinthe der ontogenetischen Angaben, als der Prüfstein für den Werth ihrer Befunde.

Und wieder ist Ausgang zu nehmen von den Verhältnissen bei den niederen Vertebraten. An den fertigen und bleibenden Bildungen der Akranier, Myxinoiden, Petromyzonten und Selachier sind die vorübergehenden ontogenetischen Entwickelungsstufen auf ihre Cänogenie und Palingenie zu prüfen und zu sichten, und damit diese Prüfung und Sichtung möglichst wenig Fehlerquellen involvire, ist auch bei den ausgebildeten Zuständen der genannten Wirbelthiere wohl zu unterscheiden zwischen dem, was ein echt primordiales Gepräge zeigt und was sekundäre und einseitige Entwickelungswege eingeschlagen hat. Auch für diese Unterscheidung ist die Methode dieselbe, d. h. die vergleichende, und wie die sich höhere Probleme stellende ontogenetische Untersuchung erst durch die vergleichende Anatomie Licht und Rückhalt empfängt, so findet auch die letztere in der kritischen Benutzung der von der Ontogenese dargebotenen Stadien des Werdens eine nicht zu vernachlässigende Unterstützung.

Das sind bekannte und geläufige Vorstellungen. Selbstverständlich ist aber das Erreichbare in allererster Linie von der gesicherten empirischen Grundlage abhängig. Hier versagen zur Zeit die thatsächlichen Materialien noch in vielen Stücken und gestatten oft nicht, über ein geringeres oder grösseres Maass von Wahrscheinlichkeit hinauszugehen.

γ. Typische (spinalartige) dorsale Gehirnnerven.

Die bisherigen Untersuchungen über die Metamerie der dorsal austretenden, d. h. aus dorsalen sensibeln und lateralen motorischen Fasern zusammengesetzten typischen (spinalartigen) Cerebralnerven lassen den Trigeminus aus 1 bis 6, den Acustico-Facialis aus 1 bis 4, den Glossopharyngeus aus 1 (oder 2?), den Vagus aus 1 bis mindestens 6 Metameren (bei *Bdellostoma* selbst aus 33 bis 34 Metameren) zusammensetzen. Ausserdem werden noch vor dem Trigeminus gewisse Nerven beschrieben, welche vielleicht inkomplette resp. vergängliche Homodyname des Trigeminus und seiner Hintermänner bilden; auch vom Olfactorius wird das behauptet, aber wohl mit recht zweifelhaftem Rechte.

Für die Bestimmung der Metamerie dieser Nerven bilden die visceralen Bogen mit ihren Coelomhöhlen und die zwischen ihnen befindlichen visceralen Spalten (Taschen) die entscheidenden Instanzen; auch die embryonalen epibranchialen Ganglien kann man hier noch anreihen. Wenn alle diese Faktoren numerisch übereinstimmen, so darf man relativ primitive, dem ursprünglichen metamerischen Verhalten nachkommende Beziehungen annehmen.

aa. Selachier.

Wie GEGENBAUR gezeigt hat, finden sich bei den entwickelten Selachiern — von den sehr veränderten Extremitätenbogen sei hierbei fürs Erste abgesehen — im Maximum 11 viscerale Bogen: 1) ein rudimentärer und inkompletter erster Lippenknorpel (Prämaxillarknorpel), 2) ein rudimentärer, aber kompletter Lippenknorpelbogen (Maxillar-Knorpel und Prämandibular-Knorpel), 3) ein gut abgebildeter Kiefer-

bogen (Palatoquadratum und Mandibulare), 4) ein gut ausgebildeter Hyoidbogen (Hyomandibulare und Hyoid), 5) bis 11) sieben gut ausgebildete Kiemenbogen (mit ursprünglich vier Theilstücken); diese bei *Heptanchus* entwickelte Siebenzahl der Kiemenbogen sinkt durch eine hinten beginnende Reduktion bei den hexanchen Haien auf 6 und bei den pentanchen Haien und den Rochen auf 5. Viscerale Spalten finden sich beim ausgebildeten Thiere erst hinter dem Kieferbogen in Gestalt einer verengerten hyo-mandibularen Spalte (Spritzloch, Spiraculare) zwischen dem 3. und 4., einer gut entfalteten hyo-branchialen Spalte zwischen dem 4. und 5. Bogen und gut ausgebildeten interbranchialen Kiemenspalten zwischen den Kiemenbogen. Von diesen Visceralbogen fehlt den beiden ersten eine ihnen speciell eigenthümliche Muskulatur; die übrigen besitzen sie, und zwar wird die des 3. Bogens vom Ram. mandibularis n. trigemini, die des 4. vom (posttrematischen) Ram. hyoideus n. facialis, die des 5. vom Ram. branchialis posttrematicus n. glossopharyngei, die des 6. bis 11. von den Rami branchiales posttrematici n. vagi versorgt; kleinere Abweichungen und Aberrationen in andere Gebiete erklären sich leicht als sekundäre. Die genannten Nerven bilden nebst ihren sensibeln Antheilen die Hauptstämme des Trigeminus, Acustico-facialis, Glossopharyngeus und Vagus; sie sind die typischen Nerven für die betreffenden Visceralbogen; ausser ihnen senden sie noch zahlreiche ventrale und dorsale sensible (und sympathische) Zweige ab, welche zum Theil praetrematisch an den vorhergehenden Kiemenbogen sich verzweigen, zum Theil aber die branchiomeren Grenzen nicht mehr inne halten und sich weit in andere Gebiete (Rostrum, orbitale Region, Lippenknorpel, Rumpf etc. etc.) verirren. Die Labialknorpel besitzen auch keine ihnen eigenthümlichen Nerven mehr; ihr sensibles Gebiet wird von aberrirenden Trigeminuszweigen aus dem Ram. supramaxillaris versorgt; wo Muskeln mit ihnen in Verband stehen, entstammen dieselben der von dem Ram. mandibularis trigemini innervirten Muskulatur[1]). Diese Verhältnisse geben an die Hand, dass vor dem Trigeminus einstmals mindestens zwei segmentale Nerven für den ersten und zweiten visceralen Bogen (Lippenknorpel) existirten; ob bei den Vorfahren der Selachier auch vor diesem ersten noch weitere Bogen sich fanden, entzieht sich jeder Beurtheilung.

Auf Grund der Verhältnisse beim ausgebildeten Thiere kann zweifelhaft sein, ob der Trigeminus als monomerer oder dimerer Nerv zu beurtheilen sei; Acustico-facialis und Glossopharyngeus sind monomere Nerven, Vagus ein polymerer Nerv. Am Ursprunge und im Durchtritte durch das Cranium ist die Polymerie des Letzteren

---

1) Es handelt sich hier um Aberrationen der ursprünglich zu anderen Visceralbogen gehörenden Muskulatur in das Gebiet der benachbarten Organe. Solche Aberrationen kommen im visceralen Bereiche, wie auch anderwärts, wiederholt zur Beobachtung und haben die Angaben mancher Autoren, wie z. B. Marshall (1886), Rabl (1887) u. A., dass die visceralen Nerven genau und gewissenhaft die Grenzen ihrer Bogen festhalten, nur für die primordialen Anfänge ihrer Bildung Gültigkeit. Dass die sensibeln Zweige derselben eine noch viel erheblichere Aberrationsbreite als die motorischen besitzen und mit ihren Endorganen bis an das Ende des Rumpfes gelangen können, war schon den alten Anatomen bekannt. Selbstverständlich ist aber, gegenüber His, daran festzuhalten, dass in der Phylogenese das sensible oder muskulöse Endorgan wandert und seinen Nerv mit sich nimmt, nicht aber, dass der Nerv entfernte Organe aufsucht und sich erst sekundär mit ihnen verbindet.

nicht mehr zu erkennen; doch ist hervorzuheben, dass gerade bei den am tiefsten stehenden Selachiern, den Notidaniden, die Länge der centralen motorischen Säule und die Anzahl der Wurzelstränge des Vagus eine beträchtlich grössere ist als bei den pentanchen Selachiern[1]) und dass das speciellere Verhalten derselben über ihre primordiale Bedeutung kaum Zweifel entstehen lässt (vergl. auch meine früheren Darlegungen im ersten und zweiten Abschnitte).

Die embryologische Untersuchung der Selachier hat die zu diesen Visceralbogen gehörenden Visceralhöhlen kennen gelehrt. Nach den Beobachtungen von Miss Platt an *Acanthias*, die in dieser Hinsicht am weitesten gekommen zu sein scheint, übrigens im Wesentlichen die Untersuchungen van Wijhe's bestätigt und bei Hoffmann wieder Bestätigung findet, existirt für jeden Bogen vom mandibularen an eine viscerale Höhle, eine mandibulare (die vielleicht zwei Segmenten entspricht) für den Kieferbogen, eine hyoidale für den Zungenbeinbogen, je eine branchiale für die einzelnen Kiemenbogen; vor der mandibularen Höhle findet sich noch eine praemandibulare und eine antepraemandibulare (anterior head cavity Platt's), welche vielleicht den beiden Lippenknorpelbogen entsprechen. An dem *Torpedo*-Embryo fehlen über die Visceralhöhlen noch abschliessende Untersuchungen; was Killian darüber mittheilt, ergiebt weniger als die eben erwähnten Befunde von *Acanthias*; im praemandibularen Gebiete wurde nichts gefunden, im mandibularen auf Grund von noch unabgeschlossenen Beobachtungen die Anlage von zwei Visceralhöhlen behauptet (ein Befund, der auch anders gedeutet werden kann), im hyoidealen und den folgenden Branchiomeren nur je eine viscerale Höhle gesehen; zugleich geht aber aus der auch für die Occipitalzone beschriebenen Kommunikation der Branchialhöhlen mit den Somitenhöhlen (welche zu ursprünglich ganz verschiedenen Metameren gehören, die ersteren zum palaeokranialen, die letzteren zum spinalen Gebiete) die völlig cänogenetische, nur zu Täuschungen Veranlassung gebende Natur dieser Beobachtungen hervor (vergl. auch p. 439, 573). Angesichts der auch sonst bestehenden Kontroversen über die vorderen Visceralhöhlen, die der eine Autor als coelomatöse Hohlräume auffasst, der andere direkt von den Visceraltaschen ableitet, bedarf es weiterer Untersuchungen, ehe man in diesen Höhlen sichere Fundamente für die Vergleichung finden kann.

Desgleichen ist es bisher nicht gelungen, die Existenz von zahlreicheren Kiemenspalten, als sie die Untersuchung der erwachsenen Thiere ergab, bei den Selachiern ontogenetisch zu erweisen. Wie oft auch diese oder jene Autoren behaupteten, bald hier, bald dort innerhalb der Reihe der bestehenden Kiemenspalten noch weitere gefunden zu haben, so sind sie doch den Beweis dafür schuldig geblieben; was so oft als Kiemenspalten ausgegeben wurde, erwies sich der Kritik nicht stichhaltig.

Das Gleiche gilt bezüglich der epibranchialen Ganglien resp. der sogenannten epibranchialen Sinnesorgane. Hier hat die Ontogenie der Selachier

1) Ich hebe namentlich den N. accessorius von *Hexanchus* hervor.

wohl manches gefördert, aber sichere Beweise für zahlreichere Metameren nicht gegeben.

Aus der Zahl der in den betreffenden Gebieten befindlichen Somiten oder dorsalen Nerven ohne Weiteres Schlüsse auf die primäre Zahl der Branchiomeren machen zu wollen, wofür die Litteratur manche Andeutungen giebt, scheint mir bedenklich zu sein.

Eine Feststellung, die ich als glücklich bezeichnen möchte, haben VAN WIJHE's Untersuchungen ergeben: die Sonderung des Trigeminus in das vordere rudimentäre Segment des Ophthalmicus profundus und das hintere komplette des Haupttheiles des Trigeminus. Die Verhältnisse bei den ausgebildeten Myxinoiden werden eine Bestätigung dieses Fundes geben.

bb. Petromyzonten.

Bei den Petromyzonten liegen die Verhältnisse in mancher Hinsicht weniger günstig als bei den Selachiern. Das Versorgungsgebiet des Vagus und Glossopharyngeus verhält sich bei älteren Entwickelungsstadien und ausgewachsenen Thieren metamerisch in der Hauptsache wie bei den heptanchen Selachiern, die hyo-branchiale Kiemenöffnung ist aber die erste offene, während das Homologon der hyo-mandibularen (Spritzloch) sich wohl anlegt, aber schon während des embryonalen Lebens schliesst. Somit fehlt die Trigeminus und Facialis scheidende Kiemenspalte; immerhin kann man beide Nerven auch bei Erwachsenen nach ihrem Verlaufe gut sondern und trotz mancher Umbildungen in ihren Grundzügen das gleiche Verhalten wie bei den Selachiern wiederfinden. Im trigeminalen und praetrigeminalen Gebiete dagegen sind wohl infolge der parasitären Lebensweise derartige Umwandlungen des visceralen Apparates zu Stande gekommen, dass es bisher noch nicht gelang, die Homologien der bezüglichen vordersten Skelettelemente sicher zu bestimmen.

Durch VON KUPFFER's Untersuchungen sind aber bei Embryonen vor dem Hyoidbogen und der hyo-mandibularen Kiemenspalte drei viscerale Bogen nachgewiesen, welche zwar nicht durch offene Kiemenspalten, aber durch Aussackungen des sogenannten praeoralen Darmes (Kiementaschen) von einander gesondert werden; dieselben sind von hinten nach vorn gezählt der Mandibularbogen, Palatinbogen und Trabekularbogen, somit die gleiche Zahl, welche bei den erwachsenen Haien durch den Mandibularbogen, die hinteren und den vorderen Labialknorpel vertreten war[1]). Indessen bestehen in dieser Gegend, welche v. KUPFFER als die praeorale bezeichnet, derartige Verschiebungen, dass zur Zeit eine speciellere Vergleichung zwischen den Bogen der Selachier und Petromyzonten noch nicht gegeben werden kann. Auch ist unsere Kenntniss des Mundes der Petromyzonten in keiner Weise als eine abgeschlossene zu bezeichnen; die Labialknorpel der Selachier haben eine postorale Lage, während jedenfalls die beiden ersten Bogen der Embryonen von *Petromyzon* dem praeoralen Gebiete zugerechnet werden. Man muss somit diesen

1) Vor dem Trabekularbogen wird bekanntlich auch bei *Acipenser* ein Praecerebralbogen von v. KUPFFER angegeben, der aber *Ammocoetes* fehlt.

Punkt zunächst noch in suspenso lassen. Das aber kann man auf Grund der bisherigen Kenntniss annehmen, dass die Petromyzonten nicht mehr viscerale Bogen etc. als die Selachier besitzen und dass sie selbst eine grössere Tendenz zur Rückbildung der vorderen und mittleren visceralen Elemente zeigen als diese und die Ganoiden[1]).

Eine Zweitheilung des Trigeminus wird auch von HATSCHEK beschrieben, aber in anderer Weise durchgeführt als bei den Selachiern durch VAN WIJHE und seine Nachfolger. VON KUPFFER giebt diesem Nerven auf Grund der ziemlich grossen Anzahl der hier liegenden Epibranchialganglien 5—6 Metameren; mir will scheinen, dass die Zahl dieser wenig regelmässig angeordneten Ganglien sich sehr wenig mit der Zahl der in jener Gegend befindlichen Bogen und Taschen deckt. Man kann somit auch daran denken, dass hier sekundäre Umbildungsvorgänge, die infolge der cänogenetischen Verkürzung nicht mehr rekapitulirt werden, erst zu der vorliegenden Anordnung der epibranchialen Ganglien im Gebiete des Trigeminus geführt haben. Jedenfalls bedarf es hier meiner Ansicht nach noch weiterer Untersuchungen. Auf Grund meiner eigenen Beobachtungen bin ich einer Zweitheilung des Trigeminus, aber in dem Sinne VAN WIJHE's, zugeneigt.

Facialis und Glossopharyngeus werden von HATSCHEK und v. KUPFFER als monomere Nerven beschrieben; nirgends findet sich die Spur einer Theilung des Facialis-Segmentes in zwei oder mehr Metameren.

Der Vagus entspringt mit einer mittleren Zahl von Wurzelbündeln, im Uebrigen aber wie ein einfacher Nerv, geht jedoch mit 6 Rami branchiales zu den Kiemenbogen und besitzt auch nach v. KUPFFER bei dem Embryo 6 regelmässig angeordnete, den einzelnen Kiemenbogen entsprechende epibranchiale Ganglien. Hier scheinen somit die Bedingungen für die Hexamerie weit besser erfüllt zu sein als bei dem Trigeminus; es ist mir nicht recht ersichtlich, warum v. KUPFFER gerade hier das Verhalten der Epibranchialganglien als nebensächlich für die Bestimmung der Nervenmetamerie betrachtet und den Vagus als monomeren Nerven auffasst.

cc. Myxinoiden.

Die Myxinoiden zeigen bei einer übrigens sehr primitiven Anlage eine in mancher Hinsicht noch weiter gehende Umbildung und besondere Wege gehende Specialisirung ihres visceralen Apparates als die Petromyzonten. Nicht allein die hyomandibulare Kiemenspalte, sondern auch die hyobranchiale und wohl auch einige darauf folgende interbranchiale Kiemenspalten sind geschlossen; wie viele lässt sich auf Grund unserer jetzigen Kenntniss nicht sicher bestimmen. Dazu kommt eine ziemlich weitgehende Verlagerung der noch funktionirenden und nach aussen mündenden Kiemen nach hinten[2]) und, abgesehen vom letzten Ende der Kiemenregion, der Mangel an skeletogenen Kiemenbogenelementen (p. 621 f.).

---

1) Vergl. Anm. 1 auf der vorhergehenden Seite.

2) Sehr bemerkenswerth ist die Beobachtung von PRICE, der bei dem jüngsten von ihm untersuchten Embryo von *Bdellostoma* die 6 ersten Kiementaschen noch vor dem ersten Spinalganglion, also noch völlig im Bereiche des Palaeokraniums fand (cf. p. 622).

Der Vagus besitzt bei *Myxine* und einigen Arten von *Bdellostoma* 6, bei anderen Species des letztgenannten Genus mehr (bis zu 14) Rami branchiales; ausser diesen hat früher eine mit den zur Zeit vorliegenden Materialien nicht mehr genau bestimmbare Anzahl vor diesen befindlicher Kiemenäste existirt. Seine Polymerie übertrifft somit die Hexamerie der Petromyzonten und Notidaniden noch um eine nicht unerhebliche Anzahl von Segmenten[1]). Der Ursprung des Vagus geschieht einfach oder mit weniger Wurzeln; doch wird bei Embryonen von *Bdellostoma* bekanntlich eine längere Reihe solcher angegeben (p. 612).

Zufolge der angegebenen Umbildung ist das Rudiment des Glossopharyngeus nicht sicher vom Vagus abzugrenzen.

Der Facialis ist monomer; seine Rr. acustici zeigen gewisse Besonderheiten, auf welche indessen hier nicht einzugehen ist. Zwischen Facialis und Trigeminus befindet sich der sensible N. palatinus (p. 616 Textfigur 1. pal), scheinbar auch embryonal als eigener Nerv auftretend; weitere Untersuchungen müssen entscheiden, ob damit ein primitives Verhalten oder eine sekundäre Ablösung vom Facialis gegeben ist. Bis auf Weiteres bin ich geneigt, ihn letzterem Nerven zuzurechnen.

Bei dem Trigeminus beobachte ich ebenso wie PRICE Dimerie. Das vordere Metamer desselben, welches wahrscheinlich in der Hauptsache dem Ophthalmicus profundus entspricht, gewährt dadurch ein besonderes Interesse, dass es auch motorische Zweige enthält[2]), somit kompletter angelegt ist als der Ophthalmicus profundus aller höheren Vertebraten. In diesem Verhalten erblicke ich ein wichtiges Beweisstück für die vollwichtige metamerische Natur des Ophthalmicus profundus. Ob die von diesem versorgten Muskeltheile auf einen ursprünglichen Bogen, welcher dem hinteren Labialknorpelbogen der Selachier homolog ist, bezogen werden können, ist wahrscheinlich, aber bei der weitgehenden sekundären Umbildung aller dieser Theile bei den Myxinoiden zur Zeit nicht zu beweisen. Gerade bezüglich dieser Verhältnisse ist fast noch alles zu thun.

dd. Akranier und Vergleichung mit den Kranioten.

Die verschiedenen Versuche einer Vergleichung des Nervensystems von *Amphioxus* mit demjenigen der Kranioten habe ich oben (p. 637, 638) kurz zusammengestellt; sie weichen sowohl hinsichtlich der Grenzbestimmung zwischen Gehirn und Rückenmark, als hinsichtlich der Deutung der einzelnen Nerven ganz ausserordentlich von einander ab.

Die hintere Hirngrenze verlegen die meisten älteren Autoren hinter den

1) Es kann daran gedacht werden, die 14-Zahl der Kiemen von *Bdellostoma polytrema* als das sekundäre, die 6-Zahl von *Bd. hexatrema* etc. dagegen als das primäre Verhalten aufzufassen, somit anzunehmen, dass eine sekundäre Neubildung 8 hinterer Kiemen bei der erstgenannten Art stattgefunden habe. Das hat aber namentlich unter Berücksichtigung der auf p. 621 f. mitgetheilten Verhältnisse wenig Wahrscheinlichkeit. Ich bin durchaus geneigt, auch bei den Myxinoiden die geringere Kiemenzahl von der grösseren abzuleiten.

2) Dieselben sind von J. MÜLLER (1838) und namentlich P. FÜRBRINGER (1875), die hier vor Decennien ohne jedes Vorurtheil und ohne jede Kenntniss der inzwischen eröffneten Fragpunkte arbeiteten, genau nachgewiesen worden und leicht zu bestätigen.

Abgang des 2. Nerven, Rohde und v. Kupffer hinter den des 5., van Wijhe hinter den des 10., Huxley hinter den des 14. und Gegenbaur an das hintere Ende der Kiemenregion, also bei *Amphioxus lanceolatus* etwa an den Abgang des 28. bis 30. Nerven.

Der Trigeminus wird als Monomeron in dem 1. dorsalen Nerven (Owsjannikow, Rabl) oder dem 2. Nerven (Goodsir) oder einem Theile des 2. Nerven (de Quatrefages, Owen), als Dimeron in dem 1. und 2. (Rohon, Krause, Hatschek) oder 2. und 3. Nerven (van Wijhe), als Hexameron in dem 2. bis 7. (J. Müller), als Heptameron in den 7 ersten Nerven (Huxley, der auch das Material für die Augenmuskelnerven darin erblickt) gefunden. Den Facialis beurtheilen die Autoren bald als einen monomeren (2. Nerv nach Owsjannikow und Rabl; selbstständig gewordener hinterer Theil des 2. Nerven nach Rohon; 8. Nerv nach Huxley), bald als einen dimeren Nerven (4. und 5. Nerv nach van Wijhe). Den Glossopharyngeus findet van Wijhe in dem 6., Huxley in dem 9. Nerven wieder; Rohon fasst ihn als pentameres, aus dem 3. bis 7. Nerven zusammengesetztes Multiplum auf und sieht in demselben zugleich die Elemente des Hypoglossus. Der Vagus ist für de Quatrefages und Owen nur Theil des 2. Nerven, für van Wijhe ein dimerer (aus dem 7. und 8. Nerven bestehender) oder tetramerer (aus dem 7. bis 10. Nerven zusammengesetzter)[1]), für Huxley ein hexamerer (durch den 10. bis 15. Nerven repräsentirter), für Rohon ein von 13 Segmenten (8. bis 20. Nerv) gebildeter Nerv, während aus Gegenbaur's Anschauungen eine Zusammensetzung aus noch mehr Neuromeren hervorgeht. Die Rami viscerales des 11. bis 30. Nerven, welche sich zu einem den Kiemenkorb vom 7. primären Kiemenbogen ab versorgenden Kollektor verbinden, vergleicht van Wijhe mit dem Grenzstrang des Sympathicus (1894) und nimmt dabei zugleich seine frühere Ansicht (1893), dass es sich hier um den R. branchio-intestinalis vagi handle, als auf früherer unvollständiger Kenntniss beruhend, zurück. Von praetrigeminalen Nerven wird der N. apicis von van Wijhe in dem 1. Nerven des *Amphioxus* wiedergefunden[2]).

Von diesen Deutungen sind diejenigen, welche an einen Vergleich mit den Augenmuskelnerven oder mit dem Hypoglossus (soweit es sich um dessen ventrale Wurzeln handelt) denken, von vornherein auszuschliessen; die Homologe dieser Nerven können nur in den ventralen Nerven des *Amphioxus* wiedergefunden werden. Auch die Homologisirung von Huxley, weil von einer metamerisch nicht sicher fixirbaren und bei den verschiedenen Arten von *Amphioxus* veränderlichen (p. 641 Anm. 1) Grundlage ausgehend und den specielleren Verhältnissen bei den Kranioten mehr Rechnung tragend als dem Verhalten der Akranier, verdient nicht die Berück-

1) Die Bestimmung des Vagus giebt van Wijhe nicht auf Grund direkter Beobachtung, sondern per exclusionem. Die Deutung desselben als Dimeron (7. und 8. Nerv) zieht er derjenigen als Tetrameron vor und homologisirt danach den 9. und 10. Nerven des *Amphioxus* im Einklange mit seinen auch bei den Kranioten vertretenen Anschauungen mit dorsalen Wurzeln des Hypoglossus.

2) Die den Olfactorius und Opticus betreffenden Homologisirungsversuche sind für die vorliegende Frage von keiner Bedeutung und brauchen daher hier nicht wiedergegeben zu werden. Ich verweise diesbezüglich auf die frühere Rekapitulation (p. 637 f.).

sichtigung, wie diejenigen von Rohon, Hatschek und van Wijhe, welche die bestimmenden Faktoren durch direkte Untersuchung des Nervensystems von *Amphioxus* gewannen. Die von Rohde angegebene und von v. Kupffer acceptirte hintere Gehirngrenze verdient gewiss den Vorzug vor der alten mit dem bleibenden (ersten) Ventrikel abschliessenden; ich kann aber in dem betreffenden ganglienzellenreichen Stücke nicht das ganze primitive Nachhirn, sondern nur eine vordere höher differenzirte Parthie desselben erblicken, wobei ich allerdings voraussetze, dass die Angaben von Rohon und van Wijhe über den Abgang der hinteren Cerebralnerven in der Hauptsache richtig sind. Wie die sehr weitgehenden Diskrepanzen in den Deutungen zeigen — der gleiche Nerv des *Amphioxus* wird beispielsweise von den verschiedenen Autoren mit Trigeminus, Facialis und Glossopharyngeus oder mit Trigeminus, Glossopharyngeus und Vagus verglichen, und auch die neuesten und genauesten Untersuchungen von Hatschek und van Wijhe gehen nicht einmal über die Fundamente der Mundbildung einig (cf. p. 642, 643) —, unterliegt die speciellere Homologisirung ganz erheblichen Schwierigkeiten, und auch ich kann den Untersuchungen meiner Vorgänger weder eigene, die weiter gekommen wären, hinzufügen, noch mit Bestimmtheit entscheiden, welche metamerische Vergleichung den Vorzug verdient. An der noch bestehenden Kontroverse bezüglich der Mundbildung des *Amphioxus* (wobei ich allerdings mehr geneigt bin Hatschek und Willey zu folgen) und an der Unsicherheit, ob und wie weit gehende Reduktionen das vordere Körperende des *Amphioxus* aufweist, scheitert zunächst jeder Versuch, mit den bisher vorhandenen Materialien die Frage zu lösen, und gebe ich daher das Folgende auch nur in bedingter Form.

In den 2 bis 3 ersten Nerven finde ich die Elemente des Trigeminus resp. des Trigeminus und der praetrigeminalen Nerven wieder. Ist die von Hatschek gegebene Bestimmung der hyo-mandibularen Spalte gesichert, so wird auch Hatschek's Deutung, dass das Homologon des Trigeminus von dem 1. und 2. Nerven gebildet werde, zuzustimmen sein; im gegentheiligen Falle würde die Homologisirung van Wijhe's, der in dem 1. Nerven von *Amphioxus* einen praetrigeminalen Nerven[1]) und in dem 2. und 3. den Trigeminus wiederfand, besondere Berücksichtigung verdienen und auch durch die Befunde bei den Myxinoiden (motorische Elemente in beiden Trigeminus-Segmenten) eine gewisse Bestätigung erhalten.

Der nächste Nerv, also der 3. oder der 4., würde der Facialis sein, von dessen Dimerie ich mich auch hier nicht überzeugen konnte[2]); der darauf kommende (der 4. oder der 5.) würde den Glossopharyngeus repräsentiren.

Auf diesen folgt der Vagus, welchem ich auch den sympathischen Collector

1) Die von van Wijhe gegebene Vergleichung dieses Nerven mit dem N. apicis von *Protopterus* hat Lage und Abgang, nicht aber die specifische Ausbildung beider Nerven für sich. Auch hier stehen wir erst am Anfange unserer Kenntniss. Hinsichtlich der Vergleiche kann auch an den N. thalamicus von Platt gedacht werden, womit ich aber nicht sagen will, dass ich diese Homologisirung vertrete.

2) Die von van Wijhe zu Gunsten der Dimerie des Facialis verwerthete Beobachtung Willey's (cf. p. 642) erscheint mir nicht in dem Grade beweisend wie van Wijhe.

van Wijhe's zurechne, somit in Summa eine Polymerie von etwa 22 Segmenten gebe[1]). In dieser Auffassung unterscheide ich mich durchaus von van Wijhe, welcher dem Vagus 2 oder höchstens 4 Metameren zuertheilte und die übrigen zum Kiemenkorb gelangenden Zweige als Sympathicus auffasste. Diese, von ihm auch bei den Kranioten in den Veröffentlichungen seit 1886 vertretene Anschauung, legt den Schwerpunkt auf die relativ kurze Ursprungsstrecke des Vagus und fasst die über den Bereich von 2 Visceralbogen hinausgehende peripherische Verbreitung desselben mit den hinteren (kaudalen) Kiemenbogen als neu erworben auf, steht also der Gegenbaur'schen Auffassung diametral gegenüber. Auf Grund der Beobachtungen bis 1893 konnte allerdings die Möglichkeit nicht von der Hand gewiesen werden, dass man die thatsächlich bestehenden Verhältnisse auch auf diese Weise deuten könne, obschon einem solchen Deutungsversuche keine grosse überzeugende Kraft innewohnte. Mit den Untersuchungen von 1894 scheint mir aber van Wijhe selbst die Materialien für die Gegenbaur'sche Anschauung und gegen seine eigene bisherige Deutung geliefert zu haben. Ich vermisse in seiner Abhandlung den Nachweis, wodurch sich die 7 vorderen Kiemenbogen so sehr von der Mehrzahl aller auf sie folgenden unterscheiden, dass man die ersteren dem Glossopharyngeus und Vagus, die letzteren aber dem sympathischen Grenzstrang zuweisen müsse, und kann ihm auch nicht zustimmen, wenn er seine der ontogenetischen Untersuchung der Selachier entlehnten Anschauungen (wonach 2 Nerven 6 Kiemenbogen versorgen sollen) als Fundament für die Deutung der primordialen eumetameren Verhältnisse des *Amphioxus* benutzt. Weiter kommen für mich auch die Myxinoiden mit ihrem polymeren, bei *Bdellostoma polytrema* mindestens aus 14, wahrscheinlich aber mehr branchialen Segmenten bestehenden Vagus in Frage; sie sind in dieser Hinsicht die Vermittler zwischen *Amphioxus* und den anderen Kranioten. Nach meiner Auffassung gewähren somit die in hohem Grade dankenswerthen Untersuchungen van Wijhe's gerade den Nachweis der hochgradigen Polymerie des Vagus der Akranier und die Bestätigung der Richtigkeit der Gegenbaur'schen Anschauungen, nach denen das Homologon des Gehirns der Kranioten sich bei *Amphioxus* über den ganzen Kiemenbereich erstreckt.

Bei den Akraniern besteht der Vagus aus einer grossen Anzahl selbstständiger segmentaler Nerven, von denen jeder aus dorsalen und ventralen Rami cutanei et laterales und einem gemischten Ram. visceralis sich zusammensetzt; die Rr. viscerales aller dieser Nerven mögen ursprünglich einen rein segmentalen Verlauf gehabt haben, sind aber mit der Ausbildung der Hypermetamerie des *Amphioxus* zu sekundären Plexusbildungen (Kollektor) zusammengetreten. Ob die akranen Vorfahren der Kranioten auch eine Polymerie der Kiemen und der Komponenten des Vagus besessen haben, welche derjenigen der eumetameren *Amphioxus*-Larve gleich kam, oder ob sie niemals

1) Unter Zugrundelegung der Zahlen von van Wijhe würde eine Polymerie von 24 Nerven resultiren. Ich gehe anstatt bis zum 30. nur zum 28. Nerven, zähle somit 22 Nerven, eine unerhebliche, vielleicht nur individuelle Differenz.

eine derartige Zahl erreichten, wissen wir nicht[1]. Mögen sie nun ein in sehr hohem Grade oder nur in mässiger Weise polymeres Verhalten gezeigt haben, so hat sich, müssen wir schliessen, beim successiven Uebergange in das kraniote Stadium eine Koncentration und Zusammenziehung des ursprünglich lang ausgezogenen Hirntheiles des Centralnervensystems vollzogen, und damit wurden zugleich die bisher getrennten segmentalen Ursprünge der Vagus-Metameren einander so genähert, dass der Vagus mehr und mehr in die Gestalt eines annähernd oder scheinbar einheitlich beginnenden Nerven überging[2]. Die ausgedehntere Verknorpelung des Paläokraniums traf ihn bereits in diesem zusammengedrängten Zustande seiner Ursprünge und umschloss ihn daher mit einem einfachen Foramen pro vago. Seine Rami cutanei und laterales hatten dabei verschiedene Schicksale; die meisten derselben gingen an der Invasion der spinalen Elemente zu Grunde[3], die persistirenden gewannen zum Theil neue einseitige Ausbildungen[4]. Konservativer, wenn auch mit der Rückbildung der hinteren

---

1) Dass überhaupt die Polymerie der Kiemen eine relativ späte Erwerbung der Vertebraten-Vorfahren ist, wird durch die Ontogenese derselben und durch die Vergleichung mit den Tunikaten zur Genüge illustrirt. Wir dürfen annehmen, dass die frühesten Vertebraten mit den geringsten Kiemenzahlen begannen und dieselben erst sekundär durch successive nach hinten fortschreitende segmentale Durchbrüche im Seitenplattenbereiche des Körpers (Kopfdarmes) vermehrten. *Amphioxus* gelangte auf diese Weise zu einer beträchtlichen Anzahl solcher segmental angeordneter, eumetamerer Kiemen, er vermehrte dieselben selbst sekundär bis zu hypermetameren Erwerbungen, welche, wie es scheint, während des ganzen Lebens fortschreiten. Auch die Myxinoiden erreichten ansehnliche Zahlen, beschränkten sich aber auf das — wenigstens der Zahl nach — eumetamere Stadium, das durch eine sekundäre von vorn beginnende Rückbildung zur Verminderung der Kiemenzahl führte. Bei den Vorfahren der Petromyzonten und Gnathostomen endlich wurde eine Anzahl eumetamerer Kiemen erworben, welche diejenige der Myxinoiden vielleicht erreichte, vielleicht auch etwas hinter ihr zurückblieb, jedenfalls aber nicht unbeträchtlich war; bald aber folgte die von vorn und von hinten beginnende Rückbildung, die dem entsprechend zu einer noch lebhafteren Verminderung der Kiemenzahl als bei den Myxinoiden führte. *Amphioxus* ist sonach gegenüber den Kranioten eigene Wege gegangen. Wie weit diejenigen der Myxinoiden mit denen der übrigen Kranioten zusammengelaufen sind, wage ich mit den bisherigen Materialien nicht zu entscheiden. Dass die jetzt lebenden Gnathostomen von Vorfahren abstammen, welche mindestens 11 Visceralbogen (incl. Lippenknorpel), wahrscheinlich auch mehr bereits besassen, dass sie aber nicht von gnathostomen Eltern sich ableiten, welche im Vagusbereiche nur 1—2 Kiemen hatten, und von diesem kiemenarmen Stadium aus erst sekundär ihre vom Vagus versorgten Kiemen successive bis zu 4, 5 und 6 vermehrten, möchte ich van Wijhe und seinen Nachfolgern gegenüber festhalten. Principiell unterlasse ich es, genauere Mittheilungen über die Zahl dieser Metameren zu machen (vergl. auch p. 654). v. Kupffer gelangt auf Grund von Zählungen, mit denen ich nicht übereinstimme, bei dem *Ammocoetes*-Embryo zur Zahl 14 und vergleicht dieselbe mit den diesbezüglichen Angaben von Willey und Hatschek, welche bei dem *Amphioxus*-Embryo 13 resp. 12 solcher primitiven Kiemenspalten zählen.

2) Von einem einheitlichen Beginne des Vagus kann man streng genommen bei keinem Kranioten sprechen; allenthalben nimmt derselbe ein mehr oder minder ausgedehntes, bei vielen Thieren über zahlreiche Metameren erstrecktes Ursprungsgebiet im centralen Nervensystem ein und geht mit einer oft recht grossen Zahl diskreter Wurzelstränge ab, deren metamerische Abgrenzung bei Berücksichtigung der peripherischen Vertheilung an den Visceralbogen (wenn dieselben nicht verkümmert sind) gelingt und nur deshalb Schwierigkeiten macht, weil das Vagusloch einheitlich ist. — Solche sekundäre Zusammendrängungen der Nervenwurzeln begegnen uns übrigens auch an anderen Stellen des Centralnervensystems, so z. B. im Bereiche des Plexus lumbo-sacralis, wo die einzelnen Nerven erst durch ihre gesonderten intervertebralen Austritte sich scheiden lassen, und im Gebiete des Hypoglossus, dessen metamerische Wurzeln bei den niederen Amnioten und bei den Embryonen noch gesondert austreten, bei vielen Säugethieren aber durch eine einzige Oeffnung in der Dura mater und dem Schädel nach aussen gelangen (vergl. p. 533), somit in dieser Hinsicht sich ganz wie der Vagus verhalten.

3) Möglicherweise stellen die von v. Kupffer (1894 p. 73) selbst noch bei Amnioten-Embryonen hinter dem Vagus im vorderen Rumpfe gefundenen rudimentären Branchialnerven letzte Ueberbleibsel dieser Rr. cutanei et laterales dar.

4) Von den Rami laterales der Petromyzonten und amnionlosen Gnathostomen zeigen die den vordersten Vaguswurzeln entstammenden die höchste, zum Theil die einzige Ausbildung. Das ist eine sekundäre Blüte. Die

Kiemen von ihrem Besitze verlierend, erwiesen sich die Rami viscerales und wurden damit die noch überbleibenden Repräsentanten des wichtigsten und hauptsächlichsten Abschnittes des Vagus (R. branchio-intestinalis nebst Accessorius)[1]).

Dass ich nach dem Dargelegten für eine wirkliche Homodynamie der Nn. trigeminus, facialis, glossopharyngeus und vagus eintrete, somit Rabl (89), der die beiden ersten den beiden letzten als heterogene Gebilde gegenüberstellt, oder Froriep (85), welcher dem Trigeminus eine besondere Position gegenüber den drei anderen Nerven zuertheilt, nicht zustimmen kann, bedarf keiner weiteren Ausführung.

δ. Ventrale Gehirnnerven (Augenmuskelnerven) und palaeokraniale Somiten.

Die vergleichende Untersuchung des *Amphioxus* und die Ontogenie der kranioten Wirbelthiere zeigen, dass im Bereiche des Palaeokraniums sich eine Anzahl von Myomeren (Somiten) befindet, die zum Theil mit gut entwickelten ventralen Nerven versehen der Augenmuskulatur Ursprung geben, zum Theil aber bei den Kranioten-Embryonen rudimentär oder wahrscheinlich gar nicht in Anlage treten; in letzterem Falle ist ihre einstmalige Existenz nur durch den Vergleich mit *Amphioxus* zu erschliessen. Erstere mögen orbitale, letztere postorbitale palaeokraniale Somiten heissen.

aa. Augenmuskelnerven und orbitale palaeokraniale Somiten (Augenmuskeln).

Die drei Augenmuskelnerven werden von der überwiegenden Mehrzahl der Autoren als monomere Nerven resp. als Abkömmlinge je eines Metamers beurtheilt; Dohrn und, soweit er sich darüber äussert, Killian gründen dagegen auf den Befund an dem *Torpedo*-Embryo die Zusammensetzung derselben aus 2 (Trochlearis) oder mindestens 3 bis 4 (Oculomotorius, Abducens) Metameren. So wird die grosse Zahl der bei diesem Selachier aufgefundenen Vorderkopfsomiten verwerthet. Andere Autoren, vor Allen Rabl (1892 p. 133), sprechen sich gegen die Vergleichbarkeit dieser Gebilde mit den hinteren Kopfsomiten und Rumpfsomiten, überhaupt gegen eine Segmentirung des Vorderkopfes aus.

Wie oben (p. 680f.) dargelegt, stimme ich den Autoren bei, welche die Augenmuskelnerven als ventrale Vorderhornnerven auffassen, also mit den ventralen Spinalnervenwurzeln homologisiren; die von ihnen versorgten Muskeln entstammen danach

Myxinoiden haben nichts damit Vergleichbares; ob bei ihnen in dieser Hinsicht Reduktionszustände vorliegen oder ob diese Aeste noch gar nicht zur Entwickelung gelangten, ist, eventuell an der Hand der ontogenetischen Untersuchung, erst noch zu entscheiden.

1) Eigenthümliche, bisher aber nur ganz unvollkommen erkannte Verhältnisse zeigen hierbei die Myxinoiden. Bei dieser interessanten Abtheilung, deren genauere Untersuchung uns noch manche Aufhellung in bisher dunkel gebliebenen Gebieten der Wirbelthier-Anatomie gewähren wird, zeigt der Glossopharyngeo-Vagus einerseits eine kaudalwärts gehende Ausbreitung seines R. intestinalis wie kein anderes Wirbelthier, andererseits aber eine Zusammenziehung seines Ursprunges, welche denselben selbst hinter den ersten spino-occipitalen Nerven (α') treten lässt und den Gedanken an einen nicht unerheblichen Ausfall im Gebiete seiner rostralen Metameren nahelegt. Doch erscheint es mir zur Zeit unmöglich, eine auf nur einigermaassen sicherer Grundlage ruhende Erklärung dieser Verhältnisse zu geben; ich verzichte daher auch auf die weitere Besprechung derselben und auf den Versuch einer specielleren Vergleichung mit den anderen Gnathostomen. — Auf der anderen Seite sei besonders der sehr lange metamerische Ursprung des N. vago-accessorius von *Hexanchus* hervorgehoben.

Homodynamen der Myomeren des Seitenrumpfmuskels, und diese fand ich auch in den sogenannten Somiten des Vorderkopfes gegeben, ohne dabei zu verkennen, dass die sichere Beweisführung dafür noch aussteht und dass diese Somiten resp. Theile derselben sehr erhebliche Umwandlungen und Aberrationen durchmachen mussten, bis sie als Augenmuskeln in Erscheinung traten. Der Umstand, dass es sich hier nur um sekundär veränderte Theile der ursprünglichen Somiten handelt, mag auch die Ursache der, von Rabl (1889) mit gutem Rechte hervorgehobenen, cänogenetischen Heterotypien und Heterochronien sein, welche diese Muskeln einmal nicht an den für die Rumpfsomiten typischen Stellen, dann aber auch relativ später als diese zur Ausbildung gelangen liessen. Wenn ich somit einer kompletten Homodynamie der vorliegenden Gebilde mit den Rumpfmyomeren auch nicht das Wort rede, so vertrete ich doch eine Homodynamie allgemeineren Grades. *Amphioxus* mit der wundervoll gleichmässigen Ausbildung seiner Myomeren bietet uns gewissermaassen das Urschema dar, welchem die mannigfach veränderten und ungleichmässig differenzirten Abkömmlinge dieser Myomeren entstammen. Die relativ späte ontogenetische Entstehung der Augenmuskeln als beweisenden Faktor gegen die Gegenbaur'sche Aufstellung der vorderen palingenetischen und der hinteren cänogenetischen Metameren zu verwerthen, wie Rabl thut, dürfte meines Erachtens die Kompetenz der Ontogenese allzu sehr überschätzen und der Cänogenese nicht genug Rechnung tragen[1]).

Das Maassgebende für die metamerische Beurtheilung der Augenmuskeln erblicke ich somit auch in der Zahl der Somiten und gebe Dohrn darin principiell durchaus Recht, wenn er auf diesen Umstand und auf seinen Fund bei *Torpedo* grossen Werth legt. Aber wie jede ontogenetische Einzelbeobachtung, so wird auch diese erst dann volles Bürgerrecht beanspruchen können, wenn 1) die Prüfung auf das Palingenetische und Cänogenetische in ihr auf dem Wege der Vergleichung geschehen ist und wenn 2) die Ausbildung dieser zahlreichen Somiten zu den fertigen Augenmuskeln ganz und im Einzelnen verfolgt worden ist.

Beides ist noch zu thun.

Ich gehe nicht so weit wie Rabl, der überhaupt hier jede Somitennatur leugnet; aber ich vermisse den Nachweis, dass es sich bei diesen, nach Dohrn's eigener Angabe unregelmässig angeordneten und auch, wie die Vergleichung seiner und Killian's Befunde lehrt[2]), numerisch variabel angelegten Somiten um primäre, den Myotomen bei anderen Thieren und an anderen Körperstellen gleichwerthige Gebilde handelt. *Torpedo* zeigt nach Dohrn und Killian in der prootischen Region 12 bis 14 Somiten, bei den Haiembryonen sind in dem gleichen Gebiete bisher nicht mehr als 4

1) Bei *Amphioxus* entwickelt sich bekanntlich das erste rudimentäre Myomer auch später und unvollkommener als die folgenden (cf. p. 639), bei dem Selachier-Embryo nach Rabl's Angaben (1889) die erste etwas zurückgebildete Visceralspalte später als die zweite gut ausgebildete, und diesen Befunden liessen sich leicht noch andere anreihen. Es ist eine genugsam erprobte, aber nicht genug zu wiederholende Erfahrung, dass rudimentäre oder sekundär umgewandelte Theilgebilde in ihrer Ontogenese eine Retardation zeigen können, welche als cänogenetische Erscheinung nicht zu Folgerungen bezüglich der Palingenese verwandt werden darf.

2) Locy (1895), der auch *Torpedo*-Embryonen untersuchte, fand hier weniger Somiten, als Dohrn und Killian angeben.

(VAN WIJHE, HOFFMANN) oder höchstens 7 (PLATT) gefunden worden, wobei mir die zuletzt angegebene Maximalzahl auch nicht sicher erwiesen scheint[1]). Wir finden also die erheblich geringere Somitenzahl bei den primitiveren Formen der Selachier, die beträchtlich grössere bei den höher stehenden und mehr specialisirten Vertretern derselben. Diese grosse Diskrepanz bei so nahe verwandten Thieren spricht an sich nicht für eine fundamentale Bedeutung dieser Somitenzahlen; ebenso wenig aber ist das systematische Vorkommen und die taxonomische Vertheilung derselben der an sich ja recht naheliegenden Anschauung günstig, dass die grössere Somitenzahl in diesem Falle ein Kennzeichen primordialen Verhaltens sei.

Aber vielleicht liegen die Verhältnisse bei den am tiefsten stehenden Vertebraten mit Augenmuskeln, den Petromyzonten, günstiger für die DOHRN'sche Anschauung. Hier findet sich gegenüber den Gnathostomen die bekannte Variante in der Innervation des M. rectus inferior, aber die Zahl der Muskeln ist bei *Petromyzon* und *Ammocoetes* die gleiche wie bei den Gnathostomen und auch bei den jüngsten Embryonen von *Ammocoetes* ist bisher nichts beobachtet worden, was für eine Polymerie der Augenmuskelnerven und Augenmuskeln spräche. Andererseits aber zeigt das bei *Ammocoetes* noch einheitliche faciale Myomer bei *Petromyzon* eine Sonderung in eine beträchtliche Anzahl (10—18) von Muskelsegmenten (p. 602). Selbstverständlich hat dieses Myomer keine Beziehung zu den Augenmuskeln; es bildet aber an sich eine instruktive Illustration dafür, dass auch sekundär aus einem ursprünglichen Myomer sich zahlreiche Muskelsegmente (die natürlich primären Myomeren nicht gleichwerthig sind) ausbilden können.

Amphioxus, dessen Ontogenese hinreichend bekannt ist, leistet gleichfalls der Auffassung der Somiten von *Torpedo* als primären, vollwerthigen keinen Vorschub; die betreffende Körperregion desselben hat gar keinen Platz für dieselben.

Wenn ich auf Grund dieser Mittheilungen auch nicht behaupten will, dass die Somiten von *Torpedo* sekundäre Gebilde darstellen, so möchte ich doch erst noch weitere Untersuchungen, die den erwähnten Desideraten Rechnung tragen, abwarten, ehe ich ihre Natur als vollwerthige Myomeren anerkennen kann[2]). In einem gewissen, allerdings von DOHRN's Auffassung ganz abweichenden Sinne möchte ich sogar wünschen, dass hier wirkliche palingenetische Myotome vorliegen; darüber weiter unten (p. 707 Anm. 3).

Ueber die specielle Innervation dieser *Torpedo*-Somiten ist bisher wenig mitgetheilt worden. Wenn sie echte primäre Myomeren vorstellen, so wird man er-

---

1) Die Befunde von PLATT und HOFFMANN beziehen sich auf dasselbe Thier (*Acanthias*). Was Miss PLATT als die ersten 7 Somiten abbildet (1891 B. p. 263 Fig. 13), nimmt höchstens einen Raum von $4\frac{1}{2}$ Somiten ein und erweist sich so wenig und undeutlich von einander abgetrennt, dass ich nicht im Stande bin, hier 7 Somiten herauszufinden. — Nicht unerwähnt bleibe, dass DOHRN in gewissen Stadien bei *Mustelus*-Embryonen an der Basis des Hinterhirns, wo es in das Mittelhirn hinüberreicht, eine auffallend regelmässige, segmentartige Einschnittsbildung konstatiren konnte, die vielleicht nicht zufällig sei (1890 B. p. 345 Anm. 1).

2) Auch die Angabe von KILLIAN, dass die hyomandibulare Visceralspalte (Spritzloch) in der Breite von 5 Vorderkopfsomiten, die anderen Visceralspalten aber höchstens in der Breite von 1 Hinterkopfsomit durchbrechen, ist der Annahme, dass jeder Vorderkopfsomit einem Hinterkopfsomit gleichwerthig sei, nicht günstig.

warten dürfen, dass jedes derselben durch je einen selbstständigen ventralen Nerven versorgt werde und dass diese Nerven eine mehr oder minder regelmässige segmentale Reihe bilden. Mögen diese Nerven auch in den Anfangsstadien der Entwickelung recht schwer zu sehen sein, im weiteren Verlaufe derselben, wenn die Somiten sich in muskulöse Metameren, aus welchen die Augenmuskeln hervorgehen, umwandeln, müssen sie klar, deutlich und selbstständig heraustreten. Dieses Desiderat ist aber bei *Torpedo* noch zu erfüllen. DOHRN beschreibt und illustrirt die Entwickelung der Augenmuskelnerven hier (1890) und bei einigen Haien (*Scyllium*, *Pristiurus* und *Mustelus*), sowie bei *Raja* (1891), aber in diesen Mittheilungen suche ich vergeblich die Beweise für die polymere Zusammensetzung der Augenmuskeln und ihrer Nerven[1]). Dass hierfür die einfache Beobachtung von dem Ursprunge des Oculomotorius oder Abducens mit einer mehr oder minder grossen Anzahl von zwar am Ursprunge diskreten, aber peripher zusammenfliessenden Wurzelbündeln nicht genügt, leuchtet ein, denn zahlreiche zweifellos monomere Nerven gehen gerade so oder mit einer selbst noch grösseren Zahl von Wurzelbündeln von dem ventralen Nervensystem ab. Auch decken sich die Angaben von 1890 und 1891 hinsichtlich der metamerischen Länge des Ursprunges dieser zusammenfliessenden Wurzelstränge nicht vollständig[1]). Der Beweis, dass es sich hier wirklich um diskrete metamerische Nerven handelt, wird erst dann angetreten sein, wenn Stadien aufgedeckt werden, wo diese Nerven von Anfang bis zu Ende von einander selbstständig und getrennt verlaufen und wenn von da aus die Entwickelung bis zum peripherischen Verschmelzen dieser Nerven genau verfolgt ist. Nicht minder wird man aber auch den überzeugenden Nachweis aller Umbildungen der einzelnen Somiten und ihrer Nerven bis zur definitiven Ausbildung der Augenmuskeln und Augenmuskelnerven verlangen dürfen; bis das nicht geschehen ist, können wir nur sagen, dass wir über die polymere Natur der betreffenden Gebilde noch recht wenig wissen[2]).

---

1) Danach lässt DOHRN die Augenmuskelnerven, speciell den Oculomotorius und Abducens, als plasmatische, mit 2—7 Wurzelsträngen beginnende Ausflüsse, welche peripher zu einem Netz zusammenfliessen, entstehen, und zwar nach der ersten Mittheilung (1890) in der Breite von je 3—4 oder noch mehr Myomeren, nach der zweiten Veröffentlichung (1891) aber, wenn ich recht verstehe, in geringerer Ausdehnung. So wird z. B. 1890 A. und B. vom N. abducens von *Torpedo* angegeben, dass der Bezirk des Medullarrohres, aus welchem seine Wurzelfasern hervorsprossen, ausreichen würde, um 3—4 Spinalnerven aus sich hervorgehen zu lassen (1890 B. p. 343), dass er mit 4—6 wohlgeschiedenen Wurzelsträngen aus derjenigen Partie des Nachhirns herauswachse, welche zwischen den Facialis- und Glossopharyngeus-Ursprüngen, also auf der Höhe der Ohrblase gelegen ist, dass seine einzelnen Wurzelstränge genau so austreten wie die motorischen Wurzeln der Spinalnerven, von denen sie sich aber dadurch unterscheiden, dass sie bald nach ihrem Austritt in schräger Richtung nach vorn wachsen und zu einem gemeinsamen Stamme sich vereinigen (1890 A. p. 63, 64), ja es wird selbst an die Möglichkeit gedacht, ob die zur Bildung des M. rectus externus verwendeten Myotome nicht auch Material aus den hinter der Ohrblase befindlichen Metameren an sich gezogen haben (1890 B. p. 355), — und 1891 A. wird der N. abducens von *Scyllium* mit allen seinen Wurzelsträngen nur in der Breite eines oder höchstens zweier Myomeren abgebildet (Taf. IV Fig. 1) und zugleich von dem M. rectus externus von *Pristiurus* gesagt, dass er nur aus dem vorderen Abschnitte der sogenannten 3. Kopfhöhle entstehe, während die hinteren Abschnitte derselben an dieser Muskelbildung nicht participiren (p. 13).

2) Neuerdings wird von LOCY (1894, 1895) auf Grund von embryologischen Untersuchungen an *Acanthias* behauptet, dass hinter den bleibenden Augen noch accessorische Augen, und zwar mindestens 2, angelegt werden, welche sich aber bald zurückbilden. Ich kann diese Deutung der sonst guten Beobachtungen LOCY's nicht theilen, finde somit auch keinen Grund, dieses Moment für die Augenmuskeln zu verwerthen.

Ich bezweifle a priori keineswegs, dass DOHRN, der hierüber gewiss in der Zwischenzeit noch viel gearbeitet hat, dieser Nachweis noch gelingen mag[1]). Bis er aber nicht erbracht ist, halte ich mich an das besser fundirte Schema, welches wir VAN WIJHE verdanken, und nehme eine metamerische Zusammensetzung der Augenmuskelnerven aus etwa 3 Somitennerven an[2]). Das vereinigt sich auch am besten mit den räumlichen Verhältnissen bei *Petromyzon* und *Amphioxus*. Dort liegt vor dem Facialis auch nur die beschränkte Zahl von 2 bis 4 Myomeren; wollte man hier 8—10 unterbringen[3]), so wäre das nur möglich, wenn man die dorsalen Kopfnerven des *Amphioxus* in Gedanken um 4—8 Metameren nach hinten schöbe und die branchialen Aeste des Vagus als Theile des Trigeminus, Facialis etc. anspräche oder wenn man annähme, dass die Homologe der ersten 5—7 Somiten von *Torpedo* bei *Amphioxus* verkümmert seien. Die erstere Konsequenz ist unannehmbar, die letztere in hohem Grade gekünstelt und durch nichts gestützt.

Zugleich bin ich geneigt, mit der Mehrzahl der Autoren diese 3 Somitennerven in das Gebiet des Trigeminus resp. des Trigeminus und Facialis zu legen, derart, dass ich den Oculomotorius in das vordere, den Trochlearis in das mittlere, den Abducens in das hintere Gebiet des Trigeminus resp. zwischen diesen und den Facialis bringe. Ob man danach den Oculomotorius dem Trigeminus oder einem praetrigeminalen Nerven, den Abducens dem Trigeminus oder Facialis zurechnen will, ist mehr Sache der speciellen Auffassung, je nachdem man die Begriffe des Trigeminus weiter oder enger zieht und die ventralen Nerven zu den vorhergehenden oder folgenden dorsalen Nerven rechnet. Einen primordialen Zusammenhang der Augenmuskelnerven mit Trigeminus und Facialis nehme ich nicht an; ventrale und dorsale Nerven waren, wie namentlich *Amphioxus* überzeugend lehrt, von früher Zeit ab von einander getrennt. Dass die motorischen Antheile beider einstmals zusammengehörten, ist wahrscheinlich, konnte aber bisher durch keine direkte Beobachtung erhärtet werden.

Der Oculomotorius gilt allgemein als der erste, der Trochlearis als der zweite, der Abducens als der dritte Augenmuskelnerv. Auf Grund der Beobachtungen VAN WIJHE's und seiner Nachfolger werden ihre Muskeln von drei auf einander folgenden Somiten derselben Köperseite abgeleitet. Ueberhaupt besteht, soweit ich sehe, bei keinem Embryologen Zweifel, dass alle diese Muskeln der gleichen Körperhälfte entstammen. Wie ich oben (p. 681) ausgeführt, kann ich hier nicht folgen, indem der Verlauf des N. trochlearis mir zeigt, dass sein Muskel der entgegengesetzten Körperhälfte entstammt und von dem dorsalen Bereiche derselben successive in das antimere laterale Gebiet eingewandert ist. Wenn der rechtsseitige M. obliquus

1) Wohl aber bezweifle ich von vornherein die Erweislichkeit der Anschauung, dass eventuell metaotische Somiten in den Aufbau des M. rectus externus eingegangen seien.

2) Ich füge ausdrücklich die Bezeichnung „etwa“ hinzu, da ich nicht behaupten möchte, dass gerade 3 Somiten den Augenmuskeln Entstehung gaben. Es können auch 2 (oder 4) gewesen sein.

3) Nach DOHRN soll sich der Oculomotorius aus 3—4, vielleicht noch mehr, der Trochlearis aus 2, der Abducens aus 3—4 Metameren zusammensetzen. Die Summe ergiebt 8—10.

superior mit den rechtsseitigen Mm. recti et obliquus inferior aus dem Materiale der rechten Seite sich ontogenetisch aufbaut, so ist das eine Cänogenie; die palingenetische Rekonstruktion hat ihn auf die linke Seite zu verweisen, dagegen den linken M. obliquus superior aus dem rechtsseitigen Somiten-Material abzuleiten. Zugleich stellt er sich als dorsal vom Bulbus befindlicher (suprabulbärer) Muskel den übrigen, ursprünglich ventral davon liegenden (infrabulbären) Muskeln des Auges gegenüber; wahrscheinlich ist er, wie bereits erwähnt, Abkömmling einer alten dorsalen Aberration an das parietale Auge, während die anderen Muskeln nur an den paarigen Augen aberriren, zunächst an der Ventralfläche derselben, danach aber um den ganzen Bulbus herum greifen. Ob der M. obliquus superior dabei aus einem kompletten, ursprünglich zwischen den Myotomen des Oculomotorius und Abducens gelegenen Myomer hervorgegangen ist oder ob er nur dem dorsalen Theile eines solchen entstammt, kann ich nicht sagen. Wohl aber möchte ich behaupten, dass die Myotome der beiden letztgenannten Nerven, wenn sie nicht schon von Anfang direkten Anschluss an einander hatten, denselben im ventralen Gebiete bald gewannen[1], und finde dafür eine Unterlage in dem Verhalten des M. rectus inferior, der bei den Petromyzonten von dem N. abducens, bei den Gnathostomen von dem N. oculomotorius versorgt wird, somit eine metamerische Verschiebung nach vorn durchmacht, welche nach allen bisher über die imitatorische Homodynamie gemachten Erfahrungen sich stets zwischen ganz benachbarten Myomeren vollzieht.

Die specielleren Verhältnisse der Augenmuskelnerven und ihrer Endorgane sind erst noch klarzulegen. Man weiss noch ganz wenig darüber, wie sich die einzelnen Muskeln des Oculomotorius entwickeln; insbesondere ist kaum noch die Frage aufgeworfen, aus welchem Gebiete die intrabulbären (nur bei den Sauropsiden quergestreiften, bei den Anamniern und Säugethieren aber glatten) Muskeln stammen. Man könnte hierbei an das erste ebenfalls aus glatten Muskelfasern bestehende Myomer des *Amphioxus*, man könnte auch an sympathico-motorische Fasern des Oculomotorius denken, aber zur Zeit verfügen wir über kein Material, welches diese Gedanken über das Niveau blosser Einfälle erhöbe. Aehnliches gilt hinsichtlich des vom Abducens innervirten Retractor bulbi und seiner Derivate (Nickhautmuskeln der Amnioten).

Dass sämmtliche Augenmuskeln mit dem Bulbus eine in verschiedenem Grade entwickelte sekundäre (rostralwärts gehende) Vorwanderung durchgemacht haben, wird an dem Verlauf ihrer Nerven und an der Richtung ihres Tractus opticus ohne Weiteres erkannt. Auch DOHRN (1890, 1891) berichtet über die Verschiebung der betreffenden Somiten der Embryonen nach vorn. Am meisten ausgesprochen ist dieselbe bei dem M. obliquus superior, der bei den Petromyzonten noch im hinteren Bereiche des Bulbus, hinter den Oculomotorius-Muskeln, sich befindet (M. obliquus

1) Selbstverständlich schliesst das nicht aus, dass sich die von der anderen Seite übergewanderte Anlage des M. obliquus superior von oben her sekundär zwischen diese beiden Myotome einschiebt und so cänogenetisch eine Aufeinanderfolge der Myomeren des Oculomotorius, Trochlearis und Abducens zur Anschauung bringt.

posterior), bei den Gnathostomen sich aber rostralwärts vor das Gebiet der meisten von diesen Muskeln vorgeschoben hat.

Dass die Augenmuskel-Somiten der Petromyzonten und Gnathostomen wohl einigen vorderen Myomeren des *Amphioxus* entsprechen, wurde schon bei der Besprechung desselben (p. 640 und 650) angegeben. Dass dies gerade die drei ersten wohl ausgebildeten Myotome dieses Akraniers sind, wie VAN WIJHE angiebt, wage ich nicht zu behaupten, da wir über den Grad der Reduktionen am vorderen Körperende des *Amphioxus* nicht genügend aufgeklärt sind; mit GEGENBAUR's vorsichtigerer Ausdrucksweise (p. 640) bin ich mehr einverstanden.

bb. Postorbitale palaeokraniale ventrale Nerven und postorbitale palaeokraniale Somiten; neokraniale ventrale Nerven und Somiten.

Auf diese ersten vor dem Facialis gelegenen ventralen Nerven und Myomeren folgt dann bei *Amphioxus* eine Reihe von Myomeren, welche von ventralen (myalen) Nerven zwischen dem Facialis, Glossopharyngeus und den einzelnen segmentalen Komponenten des Vagus versorgt werden. Auch diese sind dem Kopfe (Palaeocranium) zuzurechnen. Dann erst, hinter dem letzten Vagussegment, folgen die Rumpfmyomeren mit ihren spinalen Nerven. Bei *Amphioxus* ist die Zahl dieser palaeokranialen ventralen Nerven und Myomeren entsprechend der hochgradigen Polymerie des Vagus (p. 698) eine beträchtliche, gegen 24—25 betragende.

Bei den Kranioten wurde diese Zahl wohl nie erreicht. Unter diesen weisen die Myxinoiden relativ noch die reichste Polymerie des Vagus auf, welche bis auf ein Minimum von etwa 15 sicher palaeokranialen Myomeren und ventralen Nerven schliessen lässt; gleich den Augenmuskeln und den Augenmuskelnerven scheinen alle diese Elemente, mit Ausnahme des Nerven α'^{v} [1]), bei den ausgewachsenen Thieren spurlos verschwunden zu sein. Ueber die Ontogenese dieser Verhältnisse ist bisher nichts bekannt geworden[2]).

Die Petromyzonten und Gnathostomen mit ihrem bei den niedersten Formen noch hexameren Vagus lassen auf ein einstmaliges Minimum von 7 hinter der Orbitalgegend gelegenen (postorbitalen) palaeokranialen Myomeren und ventralen Nerven im Gebiete des Hinterkopfes schliessen; wahrscheinlich war die Zahl

1) In der Beurtheilung dieses für die vorliegende Frage besonders wichtigen Nerven $\alpha'^{v} = r^{v}$ (p. 630) macht sich die durch die Mangelhaftigkeit meines Materiales bedingte Lücke meiner Untersuchungen (p. 617) sehr unangenehm geltend. Wenn weitere Untersuchungen die sichere Bestätigung für die Existenz dieses Nerven und seine motorische Verbreitung an dem ersten Myomer von *Bdellostoma* ergeben (cf. p. 618 Anm. 1), so darf man ihn nach seiner Lage vor dem Vagus und das von ihm versorgte Myomer vielleicht als letzte palaeokraniale bezeichnen.

2) Bei der jetzt noch bestehenden Mangelhaftigkeit unserer bezüglichen Kenntnisse erscheint es auch verfrüht, in das Detail der kausalen Bedingungen dieser weitgehenden Verkümmerungen einzutreten. Im Allgemeinen wird man hierbei in erster Linie an die mit der höheren Gehirnausbildung Hand in Hand gehende Koncentration und Zusammenschiebung und die für den Bestand des höher organisirten Gehirnes nothwendige partielle Reduktion der hier befindlichen Metameren (speciell Myomeren) — denn ein segmental beweglicher Schädel verträgt sich nicht mit einem höher organisirten Gehirn — zu denken haben. Dazu kommen als besondere Faktoren bei den Myxinoiden (in niederem Grade auch bei den Petromyzonten) die mit der Erwerbung des Parasitismus zusammenhängenden Verlagerungen, Umbildungen und Rückbildungen hinzu.

dieser Segmente bei ihren früheren Vorfahren eine grössere. Auch diese Muskeln und Nerven sind nicht mehr vorhanden, wobei wohl auch, wie bei den Myxinoiden (vergl. Anm. 2 auf p. 706), einmal die höhere Differenzirung des Gehirns, dann wohl auch die des Gehörorgans den wesentlichsten kausalen Faktor für die Rückbildung dieser Myomeren und Nerven bildete. In den hinteren Bereich ihres Gebietes sind die von den ersten ventralen Spinalnerven versorgten Rumpfmyomeren nachgerückt, bei den Petromyzonten im dorsalen, lateralen und ventralen Kopfbereiche und in ziemlich beträchtlicher Ausdehnung nach vorn (cf. p. 601, 602), während die Selachier bereits erheblichere Reduktionen und in der Hauptsache eine Beschränkung auf das laterale und ventrale Gebiet (vordere Myomeren des Seitenrumpfmuskels, epibranchiale Muskulatur) erkennen lassen. Hand in Hand mit diesen Rückbildungen hat sich successive eine Assimilation der ersten Rumpfwirbel an das Palaeokranium vollzogen; so entstand das Neokranium, so wurden die bisher freien Spinalnerven zu neokranialen spino-occipitalen Nerven, worüber die früheren Ausführungen dieser Abhandlung (vergl. insbesondere p. 544—551) bereits eingehend berichteten.

Die ontogenetische Untersuchung der pentanchen Selachier (VAN WIJHE, RABL, HOFFMANN)[1]) hat zwischen dem Abducens-Somit (3) und demjenigen rudimentären Somit (6), auf welchen die ersten Anfänge der Rumpfmuskulatur (inkl. die epibranchialen Muskeln) zu beziehen sind[2]), die Anlage von 2 Somiten (4 und 5) erwiesen, welche, ohne ventrale Nerven zu besitzen[2]) und ohne Muskelfasern zur Entwickelung zu bringen[2]), sich wieder rückbilden. Diese zum Theil ganz rudimentären und nervenlosen Somiten gewinnen, wie ich oben (p. 572 f.) ausgeführt, vom 5. ab durch die vergleichende Anatomie Realität und Bürgerrecht, indem dieser Somit mit 3 bis 4 auf ihn folgenden bei den Notidaniden in voller Ausbildung und mit allen seinen Nerven (*v*, *w*, *x*, *y* und zum Theil auch *z*) als M. subspinalis und Anfang der dorso-lateralen Rumpfmuskulatur zeitlebens persistirt. So liegt zwischen der Anlage des M. rectus externus und der Rumpfmuskulatur der Notidaniden bei den Embryonen der pentanchen Haie nur noch der 4. Somit, — ein wohl Jeden überzeugender Beweis für die rostralwärts gehende Vorwärtswanderung und Zusammenschiebung der Rumpfsomiten und für die cänogenetische Verkürzung der ontogenetischen Rekapitulationen. Hinsichtlich der Deutung dieses Somiten kann man a priori schwanken, ob er den letzten Rest der durch die Kenntniss der Akranier erschlossenen hinteren palaeokranialen Myomeren oder das Rudiment eines vor *v*

1) Hinsichtlich der neuesten diesbezüglichen Untersuchungen von SEDGWICK verweise ich auf meine früheren Angaben (p. 545 Anm. 1 und p. 572).

2) Auch der 6. Somit hat nach VAN WIJHE und HOFFMANN keinen Nerven und entwickelt nur embryonale, später wieder verkümmernde Muskelfasern, während RABL ihn und, wie es scheint, auch den 5. Somiten zur Rumpfmuskulatur in Beziehung bringt. SEDGWICK's Angaben (1896) lassen selbst die Deutung zu, dass er von dem 5. Somiten ab embryonale Nerven gefunden habe (vergl. hierüber meine betreffenden Bemerkungen auf p. 545). — DOHRN (1890 B.) hält dafür, dass die zwischen den Myotomen des Abducens und Hypoglossus (d. h. der ventralen Vaguswurzeln) bestehende Lücke grösser sei, als VAN WIJHE angenommen hatte; sie enthielte 1 entwickeltes Myotom und davor eine Strecke, in welcher Myotome und ihre Nerven in unbekannter Zahl nicht zur Ausbildung gekommen sind, auch werde es sich kaum mit voller Sicherheit ermitteln lassen, wie viel von diesen Myotomen in die Bildung des M. rectus externus, wie viel in diejenige des M. subspinalis eingegangen sei (p. 355).

gelegenen neokranialen, also einstmals von *u* innervirten neokranialen Somiten repräsentire[1]. Ich habe mich oben (p. 573) für die letztere Alternative entschieden und finde für diese Entscheidung zugleich in der bei den Petromyzonten und Myxinoiden erkannten Existenz von Rumpfmyomeren, welche von Homologen von *u*, *t*, *s* versorgt werden, die nöthige reelle Unterlage[2]. Auch hier enthüllt die vergleichende Anatomie eine Vorgeschichte, von welcher die ontogenetische Untersuchung der Gnathostomen allein nichts ahnen lässt[3].

Der übersichtlichen Darstellung des metamerischen Verhaltens der cerebralen (palaeokranialen) und spinalen (nebst neokranialen) Nerven und der von ihnen versorgten Theile mögen die beiden folgenden Tabellen dienen, über deren Mängel ich mich nach den vorausgehenden Darlegungen nicht weiter auszulassen brauche[4]:

---

1) Es nimmt fast Wunder, dass die Ontogenie der Haie zwischen dem Myotom des Rectus externus und dem 1. (postvagalen) Myotom des Subspinalis an Stelle der einstmals in Mehrzahl vorhandenen postorbitalen palaeokranialen Somiten nur 1 Somitenrudiment zur Anlage bringt, und fast möchte man wünschen, dass der Nachweis gelänge, dass ein Theil der bei *Torpedo* gefundenen Myotome wirklich palingenetische Bedeutung besitze, nicht in der von Dohrn gegebenen Deutung als Augenmuskelsomiten, aber als postorbitale palaeokraniale Myomeren.

2) Bei den Petromyzonten tritt das erste Rumpfmyomer sekundär in die nächste Nachbarschaft zu den Augenmuskeln (vergl. meine bezüglichen Ausführungen auf p. 608 f.).

3) Auch Dohrn, dessen Blick in dieser Hinsicht in der rechten Richtung sich bewegte, giebt zugleich hier die Insufficienz der Ontogenese zu (vergl. die vorhergehende Seite Anm. 2).

4) Gross ist namentlich die Unsicherheit bezüglich des metamerischen Verhaltens der Augenmuskelsomiten zu den Myomeren des *Amphioxus* und zu den visceralen Bogen und ihren Muskeln. Die auf Tabelle A. zum Ausdruck gebrachte Stellung derselben kann ich nicht als eine gesicherte bezeichnen. Auch die Deutung des 1. Nerven von *Amphioxus* (ob dorsal, ob einer besonderen ventralen Kategorie angehörig) ist noch dunkel; nicht minder die genauere vergleichende Anatomie der Lateralfasern. Unbekannt ist ferner die speciellere Metamerie der Kiemenspalten der Myxinoiden. — Von den Abkürzungen bedeutet: *A* : Amphioxus; *Gn* : Gnathostomen; *hypbr. M* : hypobranchiale Muskulatur; *Ib* : Interbasalis; *M* : Myxinoiden (oder Muskel); *mot.* : motorisch; *N* : Nerv; *P* : Petromyzonten; *part. red.* : partiell reducirt; *Sbsp* : Subspinalis; *sens* : sensibel; *SRM* : Seitenrumpfmuskulatur; *Th* : Theil; *visc. mot.* : viscero-motorisch (sympathico-motorisch). ? in der ersten Zeile der Tabelle A. soll ausdrücken, dass unbekannt ist, ob und wie viel metamerische Nerven, Bogen und Muskeln einst den jetzt noch vorhandenen vorausgingen. Die anderen Abkürzungen sind leicht verständlich.

A. Metamerie der cerebralen (palaeokranialen) Nerven.

Myomeren.	Ventrale Nerven. Ventrale (myale) Wurzeln.	Visceralbogen.	Viscerale Muskeln.	Dorsale Nerven. Laterale (septale) Wurzeln.	Dorsale Nerven. Dorsale (septale) Wurzeln.
?	?	?	?	?	?
		Trabecularbogen? (*P*). 1. Erster Labialknorpelbogen, part. red. (*Gn*).	Geschwunden (*A*, *M*, *P*, *Gn*).	Geschwunden (*A*, *M*, *P*, *Gn*).	1. dors. (?) N. (*A*). N. thalamicus? N. apicis? (*Gn*).
1. Myom. part. red. (*A*). Geschwunden (*M*). Obl. inf., Rect. sup. u. int. (*P*). Obl. inf., Rect. sup., int. u. inf., intrabulbäre M. (*Gn*).	1. ventr. Nerv, geschwunden (*A*). Geschwunden (*M*). Oculomotorius (*P*, *Gn*).				
		Palatinbogen? (*P*). 2. Zweiter Labialknorpelbogen (*Gn*).	Sphinct. oris? (*A*). M. d. Tentakelkranzes u. Nasenrohres (*M*). Geschwunden (*P*, *Gn*).	Mot. Th. d. 2. dors. Nerven? (*A*). Mot. Th. d. R. ophth. prof. trig. (*M*). Geschwunden (*P*, *Gn*).	Sens. Th. d. 2. dors. Nerven (*A*). R. ophth. prof. trig. (*M*, *P*, *Gn*).
2. Myomer (*A*). Geschwunden (*M*). Obl. sup. der anderen Körperseite (*P*, *Gn*).	2. (1.) ventr. Nerv (*A*). Geschwunden (*M*). Trochlearis (*P*, *Gn*).				
		3. Mandibularbogen (*M*, *P*, *Gn*).	Sphinct. oris (*A*). Meiste M. d. Kieferbg., Zungenbeins u. Schlundsegels (*M*). M. d. Vorknorpel, d. Zungbbg., d. Zunge u. d. Schlundsegels (*P*). Constr. d. Kieferbogens (*Gn*).	Mot. Th. d. 3. dors. Nerven (*A*). Mot. Th. d. R. mandibul. trig. (*M*, *P*, *Gn*).	Sens. Th. d. 3. dors. Nerven (*A*). Sens. Th. d. übrigen Trigem. (*M*, *P*, *Gn*).
3. Myomer (*A*). Geschwunden (*M*). Rect. inf. u. ext. (*P*). Rect. ext. u. Retr. bulbi etc. (*Gn*).	3. (2.) ventr. Nerv (*A*). Geschwunden (*M*). Abducens (*P*, *Gn*).				
		4. Hyoidbogen (*M*, *P*, *Gn*).	Sph. oris et veli (*A*). Einzelne M. d. Zungenbeinbg., Th. des Constr. pharyng. (*M*). Pharynxmusk. im Ber. d. Hyoidb. (*P*). Constr. d. Hyoidb. (*Gn*).	Mot. Th. d. 4. dors. Nerven (*A*). Mot. Th. d. R. hyoid. facial. (*M*, *P*, *Gn*).	Sens. Th. d. 4. dors. Nerven (*A*). Sens. Th. (incl. Acusticus) des Facialis (*M*, *P*, *Gn*).
4. Myomer (*A*). Geschwunden (*M*, *P*, *Gn*).	4. (3.) ventr. Nerv (*A*). Geschwunden (*M*, *P*, *Gn*).				
		5. Erster Kiemenbogen (*M*, *P*, *Gn*).	Sph. oris et veli (*A*). Th. d. Constr. phar. (*M*). Constr. branch. d. 1. Kb. (*P*). M. d. 1. Kiemenb. (*Gn*).	Mot. Th. d. 5. dors. Nerven (*A*). Mot. Th. d. Anf. d. R. phar. vagi (*M*). Mot. Th. d. R. posttrem. glossophar. (*P*, *Gn*).	Sens. Th. d. 5. dors. Nerven (*A*). Sens. Th. d. Anfanges d. R. phar. vagi (*M*). Sens. Th. d. Glossophar. (*P*, *Gn*).
5.—10. Myomer (*A*). Geschwunden (*M*, *P*, *Gn*).	5.—10. (4.—9.) ventr. N. (*A*). Geschwunden (*M*, *P*, *Gn*).				
		6.—11. Zahlreiche hypermetam. Kiemenbogen (*A*). Enthalten vielleicht Kiemensegmente (*M*). Zweiter bis siebenter Kiemenbogen (*P*, *Gn*).	Sph. veli f. 6, Sph. atrii f. 7—11 (*A*). Constr. phar., viell. auch Constr. branch. einiger Kiemen (*M*). Constr. branch. d. 2. bis 7. Kiemenbog., vord. Th. d. Trapezius (*P*, *Gn*).	Mot. Th. d. 6.—11. dors. Nerven (*A*). Mot. Th. d. R. phar. u. einiger Rr. branch. vagi (*M*). Mot. Th. d. Rr. branch. posttrem. 1—6 vagi (*P*, *Gn*).	Sens. Th. d. 6.—11. dors. Nerven (*A*). Sens. Th. d. R. phar. u. einiger Rr. branch. vagi (*M*). Sens. Th. d. Vagus, insbes. d. Rr. branch. (*P*, *Gn*).
11. bis ca. 27. Myomer (*A*). Unbekannt, wie viele davon bei *M*, *P* und *Gn* ursprünglich angelegt werden; bei *M* vielleicht eines (zu α'^{v} gehörig) davon erhalten, bei *P*, *Gn* alle geschwunden.	11. bis ca. 27. (10. bis ca. 26.) ventr. N. (*A*). Unbekannt, wie viele davon bei den Vorfahren von *M*, *P* und *Gn* angelegt wurden; ausser vielleicht bei *M* (α'^{v}) durchweg geschwunden.				
		12. bis ca. 28. Zahlr. hyperm. Kb. (*A*). Unbekannt, welche u. wie viel Kb. bei den Vorf. von *M*, *P* und *Gn* angelegt wurden; bei *M* noch in ansehnlicher Zahl erhalten, bei *P* geschwunden, bei *Gn* nur noch in d. Extremitätenbogen erhalten.	Sph. atrii (*A*). Constr. branch. einer noch unbekannten Anzahl von Kiemenbg., Constr. card., M. d. Darms (*M*). Intestin. M. (*P*). Intest. M., Trap., Interscap. (*Gn*).	Mot. Th. d. 12. bis ca. 28. dors. Nerven (*A*). Mot. Th. einer unbek. mittl. Anzahl von Rr. branch. (*M*). R. intest. vagi (*P*). R. intest., trap. u. intersscap. vagi (*Gn*).	Sens. Th. d. 12. bis ca. 28. dors. Nerven (*A*). Sens. Th. einer unbek. mittl. Anz. von Segmenten d. Vagus, vielleicht auch α'^{d} (*M*). Sens. Th. d. R. intest. d. Vagus (*P*, *Gn*).

B. Metamerie des spinalen und neokranialen Nerven (1. Hälfte).

	Von den ventralen Wurzeln versorgte Muskeln (Myomeren).	Ventrale Nerven.	Von den lateralen Wurzeln versorgte (viscerale) Muskeln.	Dorsale Nerven.		
		Ventrale (myale) Wurzeln.		Laterale (septale) Wurzeln.	Dorsale (septale) Wurzeln.	
1. (*s*).	Myomer (*A*). 2 erste Myomeren? (*M*). Geschwunden (*P*, *Gn*).	Ventr. spin. Nerv (*A*). Ventr. sp. occ. N. *s* (*M*). Geschwunden (*P*, *Gn*).	Visc. Muskeln (*A*.)	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. (*A*). Geschwunden (*M*, *P*, *Gn*).	Sens. Th. d. dors. spin. N. (*A*). Dors. sp. occ. N. *s* (*M*). Geschwunden (*M*, *P*, *Gn*).	1. (*s*).
2. (*t*).	Myomer (*A*). 3. Myomer (*M*). 1. praebranch. Myomer (*P*). Geschwunden (*P*, *Gn*).	Ventr. spin. Nerv (*A*). Ventr. sp. occ. N. *t* (*M*, *P*). Geschwunden (*Gn*).	Visc. Muskeln (*A*, *M*? *P*?)	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. (*A*). Visc.-mot. Th. d. dors. sp. occ. N. *t* ? (*M*, *P*). Geschwunden (*Gn*).	Sens. Th. d. dors. spin. N. (*A*). Sens. Th. d. dors. sp. occ. N. *t* (*M*, *P*). Geschwunden (*Gn*).	2. (*t*).
3. (*u*).	Myomer (*A*). 4. Myomer (*M*). 2. praebranch. Myomer (*P*). Geschwunden (*Gn*).	Ventr. spin. Nerv (*A*). Ventr. spin. N. *u* (*M*). Ventr. sp. occ. N. *u* (*P*). Geschwunden (*Gn*).	Visc. Muskeln (*A*, *M*, *P*?).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. (*A*). Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. *u* ? (*M*). Visc.-mot. Th. d. dors. spin. occ. N. *u* ? (*P*). Geschwunden (*Gn*).	Sens. Th. d. dors. spin. N. (*A*). Sens. Th. d. dors. spin. N. *u* (*M*). Sens. Th. d. dors. sp. occ. N. *u* (*P*). Geschwunden (*Gn*).	3. (*u*).
4. (*v*).	Myomer (*A*). 5. Myomer (*M*). 3. Myomer (*P*). Subsp., Anf. d. Seitenrumpfmuskels (Notid.). Geschwunden (übrige *Gn*).	Ventr. spin. Nerv (*A*, *M*). Ventr. spin. N. *v* (*P*). Ventr. occ. N. *v* (Notid.) Geschwunden (übrige *Gn*).	Visc. Muskeln (*A*, *M*, *P*).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. *v* (*A*, *M*, *P*). Geschwunden (*Gn*).	Sens. Th. d. dors. sp. N. *v* (*A*, *M*, *P*). Geschwunden (*Gn*).	4. (*v*).
5. (*w*).	Myomer (*A*). 6. Myomer (*M*). 4. Myomer (*P*). Subsp., Anf. d. SRM. (Notid., einzelne pent. Haie). Geschwunden (übrige *Gn*).	Ventr. spin. Nerv (*A*, *M*, *P*). Ventr. occ. N. *w* (Notid., einz. pent. Haie). Geschwunden (übrige *Gn*).	Visc. Muskeln (*A*, *M*, *P*).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. *w* (*A*, *M*, *P*). Geschwunden (*Gn*).	Sens. Th. d. dors. sp. N. *w* (*A*, *M*, *P*). Geschwunden (*Gn*).	5. (*w*).
6. (*x*).	Myomer (*A*). 7. Myomer (*M*). 5. Myomer (*P*). Subsp., Ib. 1, hypbr. M.?, SRM. (viele Haie, Acip. ind., Dipn. ind.). Geschwunden (übrige *Gn*).	Ventr. spin. Nerv (*A*, *M*, *P*). Ventr. occ. N. *x* (viele Haie, Acip. ind., Dipn. ind.), Geschwunden (übrige *Gn*).	Visc. Muskeln (*A*, *M*, *P*).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin, N. *x* (*A*, *M*, *P*). Geschwunden (*Gn*).	Sens. Th. d. dors. sp. N. *x* (*A*, *M*, *P*). Geschwunden (*Gn*).	6. (*x*).
			Visc. Muskeln (*A*, *M*, *P*).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. *y* (*A*, *M*, *P*). Geschwunden (*Gn*).	Sens. Th. d. dors. sp. N. *y* (*A*, *M*, *P*). Geschwunden (*Gn*).	7. *y*.

B. Metamerie des spinalen und neokranialen Nerven (2. Hälfte).

	Von den ventralen Wurzeln versorgte Muskeln (Myomeren).	Ventrale Nerven. Ventrale (myale) Wurzeln.	Von den lateralen Wurzeln versorgte (viscerale) Muskeln.	Dorsale Nerven. Laterale (septale) Wurzeln.	Dorsale Nerven. Dorsale (septale) Wurzeln.	
7. (y).	Myomer (*A*). 8. Myomer (*M*). 6. Myomer (*P*). Subsp., Ib., hypbr. M., SRM. (meiste Haie, Holoc., viele Gan., Dipn.). Geschwunden (übrige *Gn*).	Ventr. spin. Nerv (*A*, *M*, *P*). Ventr. occ. N. *y* (meiste Haie, Holoceph., viele Ganoid., Dipn.). Geschwunden (übrige *Gn*).	Visc. Muskeln (*A*, *M*, *P*, Notid.?).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. *z* (*A*, *M*, *P*). Visc.-mot. Th. d. dors. occ. N. *z*? (Notid., Cerat. ind.). Geschwunden (übrige *Gn*).	Sens. Th. d. dors. sp. N. *z* (A, *M*, *P*). Sens. Th. d. dors. occ. N. *z* (Notid., Cerat. ind.). Geschwunden (übr. *Gn*).	8. (*z*).
8. (*z*).	Myomer (*A*). 9. Myomer (*M*). 7. Myomer (*P*). Subsp., Ib., hypbr. M., SRM. (meiste Sel., Holoc., Gan., Dipn., Cryptobr. ind., Echidna?). Geschwunden (übrige *Gn*).	Ventr. spin. Nerv (*A*, *M*, *P*). Ventr. occ. N. *z* (meiste Sel., Holoceph., Ganoid., Dipn., Cryptobr. ind., Echidna?). Geschwunden (übrige *Gn*).	Visc. Muskeln (*A*, *M*, *P*, einz. Haie, meiste Gan., Dipn.).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. 1 (*A*, *M*, *P*, einz. Haie). Visc.-mot. Th. d. dors. spin. occ. N. *a* (meist. Gan., Dipn.). Geschwunden (übrige *Gn*).	Sens. Th. d. dors. spin. N. 1 (*A*, *M*, *P*, einz. Haie). Sens. Th. d. dors. sp. occ. N. *a* (meiste Gan., Dipn.). Geschwunden (übr. *Gn*).	9. (1, *a*).
9. (1, *a*).	Myomer (*A*). 10. Myomer (*M*). 8. Myomer (*P*). Ib.?, hypbr. M., SRM. (meiste Anamn., viele Amnioten). Geschwunden meiste Amnioten, hier Zungenm.).	Ventr. spin. Nerv (*A*, *M*, *P*). Ventr. spin. N. 1 (meiste Sel., meiste Amph.). Ventr. occ. sp. N. *a* (einz. Haie, Holoc., Gan., Dipn., viele Amnioten (Hypogl.).	Visc. Muskeln (*A*, *M*, *P*, meiste Anamnia, einz. Mamm.).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. 2 (*A*, *M*, *P*, meiste Haie, Polypt., viele Amph.). Visc.-mot. Th. d. dors. spin. occ. N. *b* (meiste Gan., einz. Teleost., Dipn., einz. Mamm.). Geschw. (übr. *Gn*).	Sens. Th. d. dors. spin. N. 2 (*A*, *M*, *P*, meiste Haie, Polypt., viele Amph.). Sens. Th. d. dors. spin. occ. N. *b* (meiste Gan., einz. Tel., Dipn., einz. Mamm.). Geschwunden (übr. *Gn*).	10. (2, *b*).
10. (2, *b*).	Myomer (*A*). 11. Myomer (*M*). 9. Myomer (*P*). Hypbr. M., SRM. (Anamnia, meiste Amnioten, hier Zungenm..	Ventr. spin. Nerv (*A*, *M*, *P*). Ventr. spin. N. 2 (Sel., Polypt., Amphib.). Ventr. occ. sp. N. *b* (Holoc., meiste Gan., Teleost., Dipn., meiste Amnioten (Hypogl.)).	Visc. Muskeln (*A*, *M*, *P*, Anamnia, mehrere Mamm.).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. 3 (*A*, *M*, *P*, Sel., Polypt., Dipn., Amph.). Visc.-mot. Th. d. dors. spin. occ. N. *c* (meiste Gan., meist. Tel., mehr. Mamm.). Geschw. (Holoceph., meiste Amniot.).	Sens. Th. d. dors. spin. N. 3 (*A*, *M*, *P*, Sel., Polypt., Dipn., Amph.). Sens. Th. d. dors. sp. occ. N. *c* (meiste Gan., meiste Tel., mehrere Mamm.). Geschwunden (Holoceph., meist. Amn.).	11. (3, *c*).
11. (3, *c*).	Myomer (*A*). 12. Myomer (*M*). 10. Myomer (*P*). Hypbr. M., SRM. (*Gn*; bei Amnioten Zungenm.).	Ventr. spin. Nerv (*A*, *M*, *P*). Ventr. spin. N. 3 (Sel., Polypt., Dipn., Amph.) Ventr. occ. sp. N. *c* (Holoc., meiste Gan., Tel., Cerat. ind., Amnioten (Hypogl.)).	Visc. Muskeln (*A*, *M*, *P*, Anamnia, einz. Saurops., meiste Mamm.).	Visc.-mot. Th. d. dors. spin. N. 4 (*A*, *M*, *P*, meiste *Gn*). Geschwunden (meiste Sauropsid., einz. Mamm.).	Sens. Th. d. dors. spin. N. 4 (*A*, *M*, *P*, meiste *Gn*). Geschwunden (meiste Saurops., einz. Mamm.).	12 (4.)
12 (4).	Myomer (*A*). 13. Myomer (*M*). 11. Myomer (*P*). Hypbr. M., SRM. (*Gn*).	Ventr. spin. Nerv (*A*). Ventr. spin. N. 4 (Sel., Polypt., Dipn., Amph.). Ventr. spin. N. 4 = 1 (Holoc., meiste Gan., Tel., Dipn., Amniot.).	Folgende visc. Muskulatur.	Folgende laterale Nerven.	Folgende dorsale Nerven.	
Folgende.	Folgende Myomeren.	Folgende ventr. Nerven.				

3. Phylogenetischer Ausblick.

Der Versuch einer metamerischen Vergleichung des Nervensystems der Wirbelthiere legt die Frage nahe: Wie hat sich das Alles phylogenetisch entwickelt, wie können wir von den jetzt bestehenden Zuständen bei den einzelnen Vertretern derselben, die wir wirklich beobachten, diesen Entwickelungsgang bis zu seinen ersten, unseren Augen für immer entzogenen Anfängen zurückverfolgen?

Unsere Arbeit kann hierbei immer nur eine kombinatorische sein, ihre Resultate werden sich nicht über ein mittleres oder grösseres Maass von Wahrscheinlichkeit erheben können. Vorsichtige Gemüther werden am liebsten darauf verzichten, diese zwar verlockende, aber leicht auf Abwege führende Bahn zu betreten.

Aengstlich zu Hause bleiben ist aber nicht die Lebensaufgabe des Arbeiters; damit leistet er sich und der Sache nur scheinbar einen guten Dienst. Er muss hinaus, wenn er auch voraussieht, dass ihn sein Fuss in ungenügend bekannte und nicht in kurzer Zeit zu erobernde Welten führen wird, er muss wagen und sich preisgeben, wenn er auch weiss, dass sein Streben nach Wahrheit sich nie vom Irrthum ganz befreien kann.

Die Gefahren können indessen überschätzt werden. Der vernünftige Forscher wird nicht zügellos und führerlos in die Ferne irren, sondern wird sich hierbei den beiden Führerinnen, der vergleichenden Morphologie und der Ontogenie, anvertrauen. Und wenn auch das, was letztere, die jüngere Schwester bisher auf diesem Gebiete dargeboten, selbst hinsichtlich der reinen thatsächlichen Grundlagen noch ein Wirrwarr von widersprechenden und sich theilweise aufhebenden Angaben bildet, wenn auch die am meisten gesicherten Untersuchungsbefunde der besten embryologischen Arbeiter an sich für die Lösung höherer und weiter greifender phylogenetischer Probleme nicht ausreichen, so findet er bei der älteren, auf mehr gesicherter Basis stehenden, tiefer und weiter blickenden Schwester den rechten Gradmesser für den Werth der einzelnen ontogenetischen Ergebnisse, die sichtende Hand zwischen dem, was als cänogenetisch auszuscheiden, und dem, was als palingenetisch für die Phylogenese zu verwerthen ist. So wird die vergleichende Morphologie sowohl durch die von ihr zu Tage gebrachten Funde, wie durch ihre kritische Thätigkeit zum wahren Lichtträger, so gewinnt auch die Ontogenie durch sie nur Förderung und Bereicherung, und es erscheint mir gar nicht zweifelhaft, dass kein weiter blickender Embryologe sich der Einsicht von der Unentbehrlichkeit der vergleichenden Morphologie für die ontogenetische und phylogenetische Forschung verschliessen kann.

So, von beiden Führerinnen geleitet, mag der Arbeiter den Ausflug wagen, getrost, aber selbstverständlich mit jener Bescheidenheit, welche der Einzelne stets den grossen, die Arbeit ganzer Generationen erfordernden Aufgaben entgegenbringen muss. So will auch die folgende kurze und wenig in die Tiefe gehende Skizze angesehen sein. Sie hat versucht, ohne jedes Vorurtheil von beiden Schwesterdisciplinen Nutzen zu ziehen, sie konnte manches gesicherte Ergebniss verwerthen, sie fand

freilich noch zahlreiche Lücken, die auszufüllen erst der Zukunft beschieden sein wird. So will sie auch in der Hauptsache nicht mehr vorstellen als ein bescheidenes hypothetisches Programm, in dem ein Jeder lesen mag, wie viel zu thun noch übrig bleibt. Als besonders dringliche Aufgaben möchte ich hervorheben die genaue Kenntniss des sympathischen Nervensystems von seinen ersten Anfängen bis zu seiner höchsten Entwickelung bei den Wirbelthieren, die Durcharbeitung der sog. Hinterzellenfasern und der ihnen verwandten Gebilde sowie die eingehende anatomische Untersuchung des Nervensystems der Akranier, Myxinoiden, Petromyzonten und Selachier; die Beantwortung derselben dürfte die vorliegenden Probleme ihrer Lösung näher führen als alle bisher an Gnathostomen darüber angestellten ontogenetischen Untersuchungen.

Derjenige primitive Chordat, welcher sowohl für *Amphioxus* wie für die kranioten Vertebraten den Ausgang bildete, besass vermuthlich: 1) ein in der ganzen Körperlänge gleichmässig ausgebildetes centrales Nervensystem[1]), welches in Gestalt einer dorso-medianen Platte sich aus der ektodermalen Körperumhüllung herausgebildet hatte und an seinem lateralen Rande in den übrigen minder hoch differenzirten Ektodermbereich überging, mit demselben auch durch sensible Nervenfasern verbunden war, 2) aus der darunter liegenden medianen unpaaren Chorda[1]) und zwei paarigen, zu beiden Seiten derselben gelegenen mesodermalen Platten, welche die primordialen Anlagen des Stütz-, Muskel-, Urogenital- und Gefässsystems darstellten und gleichfalls mit dem centralen Nervensystem im ursprünglichen Verband standen, und 3) aus der darunter befindlichen Darmanlage, die gleichfalls mit dem centralen Nervensystem in nervösem Konnexe sich befand[2]). Im Bereiche des Mesoderms kam es zugleich zu coelomatösen Höhlenbildungen[1]), welche indessen die Verbände des centralen Nervensystems mit den erwähnten Organanlagen nicht beeinträchtigten, indem diese Nerven (peripherisches Nervensystem) in den Wandungen und Septen dieser Hohlräume zu den von ihnen versorgten Theilen sich begaben.

Das centrale Nervensystem, das sich bei seiner weiteren Ausbildung zur Rinne vertiefte und danach zu einem vom ektodermalen Integument geschützten Nerven-

---

1) Wie das Centralnervensystem sich durch dorso-mediane Koncentration aus den ursprünglich mehr nach Art eines peripherischen Nervensystems verstreuten nervösen Elementen sich herausgebildet hat, ist hier nicht weiter zu untersuchen. Desgleichen verzichte ich auf eine Besprechung der ersten phylogenetischen Entstehung der Chorda- und Coelombildungen.

2) Die Annahme eines primordialen nervösen Verbandes zwischen Ektoderm und Entoderm hat verschiedenen Autoren Schwierigkeit gemacht, da beide Keimblätter in der Archiblastula bekanntlich durch das Blastocoel geschieden sind, dieses aber nirgends von Nervenfasern oder ihren Anlagen durchsetzt wird. Bereits vor längerer Zeit (1887 p. 939) habe ich darauf hingewiesen, dass der direkte nervöse Verband sich keineswegs auf das ganze Entoderm, sondern zunächst nur auf den der dorsalen Ektodermplatte direkt anliegenden und wahrscheinlich im Verbande mit ihr gebildeten Rückentheil des Entoderms bezieht und dass das gleiche auch für die mesodermalen, überwiegend dem primitiven Entoderm entstammenden Platten gilt. Mit dieser Voraussetzung, für welche die bisherigen ontogenetischen Untersuchungen noch nicht das thatsächliche Material geliefert haben, mit welcher aber das thatsächliche definitive Verhalten der betreffenden Theile im besten Einklange steht, dürften die oben angedeuteten Bedenken hinfällig werden. Selbstverständlich aber bleibt ihre Fundirung durch die direkte Beobachtung und Untersuchung Desiderat.

rohr schloss, liess eine mediale motorische und eine laterale sensible Zone unterscheiden, welche mit der rinnenförmigen Einsenkung und mit der Umbildung zum Nervenrohr eine mehr ventrale und dorsale Lage gewinnen. Das peripherische, aus zerstreuten Nervenzellen und Nervenfasern bestehende Nervensystem koncentrirte sich nach und nach zur Ausbildung einer lateral resp. latero-dorsal an das Centralnervensystem angrenzenden und mit ihm verbundenen Spinalganglienzone, welche als Ausgangsstelle für die peripherischen sensiblen (somato-sensiblen und splanchno-sensiblen) Nerven anzusehen ist. In der unter dem centralen Nervensystem gelegenen mesodermalen Platte gewann die Anlage des Muskelsystemes[1]) zunächst in der der Chorda benachbarten Zone (Urwirbelzone, epimere Zone VAN WIJHE's) ihre hauptsächlichste Entfaltung in Gestalt eines medialen, aus längsverlaufenden Muskelelementen (Muskelbändern) bestehenden Streifens, während die lateral daran angrenzende Zone (Seitenplattenzone, hypomere Zone)[2]) auch Muskelfasern, aber in geringerer Menge producirte, welche mehr die transversale Richtung bevorzugten. Beide gingen eine quere Gliederung in zahlreiche auf einander folgende Metameren ein, wobei die der ersteren (Urwirbelmetameren, Myomeren, Myotome, Somiten) weit ausdrucksvoller sich erwies als die der letzteren (Seitenplattenmetameren, viscerale Myomeren) und auch die metamerische Anordnung der bisher indifferenter vertheilten motorischen Nerven bestimmte. Hierbei gruppirten sich zugleich die von den motorischen Centren ausgehenden motorischen Nerven in eine mediale oder ventrale Reihe, welche den Verband mit den Urwirbelmyomeren vermittelten (Vorderhornnerven), und eine laterale oder dorsale Reihe[3]), welche zu den Seitenplattensegmenten gelangten (Seitenhornnerven). An sie schloss, wie es scheint, noch mehr dorso-lateral diejenige Kernreihe an, welche bestimmt ist, die von den Spinalganglien aus centralwärts strebenden Fasern aufzunehmen; ihnen entsprechen die von dem Ektoderm und wohl auch dem Entoderm kommenden sensiblen Nervenfasern.

Die weitere Stufe in der phylogenetischen Entwickelung zeigt sich beherrscht von der ansehnlichen Ausbildung und Vergrösserung der medialen Urwirbelbänder, welche sich von ihrem ursprünglichen parachordalen Bezirke aus in dorsaler und ventraler Richtung verbreitern und somit zu einer breiten, beide Seiten des Körpers einnehmenden Masse (Seitenrumpfmuskulatur) umgestalten, welche sich dorsal zwischen das centrale Nervensystem und die Haut, ventral zwischen die Seitenplatten und die Haut einlagert und die schon im vorhergehenden Stadium begonnene metamerische Gliederung des peripherischen Nervensystems weiter führt. Mit dieser grösseren dorso-ventralen Entfaltung der Urwirbelmyomeren erfährt auch der Verlauf der für die Seitenplatten bestimmten Seitenhornnerven eine Komplikation, indem dieselben infolge der dorsal gerichteten Verbreiterung der Myomeren zuerst nach oben und in die

1) Von der Entwickelung der übrigen mesodermalen Gebilde sehe ich hier, als für die vorliegende Darstellung nicht unbedingt erforderlich, ab.

2) Die mesomere Zone VAN WIJHE's kommt für den vorliegenden Zweck auch weniger in Frage.

3) Wahrscheinlich spielt die ganze Gruppe der sog. Hinterzellen s. l. (KUTSCHIN'sche Zellen, ROHON'sche Zellen etc. etc.) hier auch eine bedeutsame Rolle, über die aber z. Z. wegen Mangels ausreichender Beobachtungen nichts Bestimmtes zu sagen ist. Hier hat die Untersuchung noch ein reiches Feld vor sich.

nächste Nachbarschaft der sensibeln Dorsalfasern, dann aber infolge des ventral gerichteten Auswachsens der Muskulatur nach unten geführt werden; so bildet sich an Stelle des ursprünglichen direkten Verlaufes derselben eine komplicirte Bogenbildung aus, die zuerst — und dies spricht sich schon innerhalb des centralen Nervensystemes aus — mit einem dorso-lateralwärts gerichteten Anfangsschenkel beginnt, dann an der Aussenfläche der Seitenrumpfmuskulatur ventralwärts bis zu dem ventralen Rande derselben verläuft und endlich mit dem Endschenkel an der Innenfläche dieser Muskulatur wieder dorsalwärts ihrem Endgebiete zustrebt. Die an die Medialfläche des Seitenrumpfmuskels herantretenden Ventralfasern zeigen zufolge der beträchtlichen Vermehrung der Muskelelemente eine weitgehende Divergenz ihrer Fasern, im Uebrigen aber keine Abweichung vom direkten Verlaufe.

In diesem ursprünglich mässig langen und in seiner ganzen Ausdehnung gleichmässig angelegten Organismus vollzog sich zugleich mit den angegebenen Entwickelungsvorgängen eine weitere höhere Differenzirung, die zur Ausbildung eines Kopf- und Rumpfabschnittes führte. Entsprechend den höheren Aufgaben, welche im Kampfe um das Dasein an den vorderen Körpertheil gestellt wurden, begann hier die Ausbildung specifischer sensibler Apparate, der Sinnesorgane, und zwar, wie es scheint, zunächst der mehr primitiven für specifisches Gefühl, Gleichgewichtsempfindung, Geruch und Geschmack bestimmten, danach erst diejenige der höheren für das Sehen und Hören eingerichteten; die sensibeln Nerven, denen die Aufgabe obliegt, die bezüglichen Reize dem centralen Nervensystem mitzutheilen, erheben sich damit zu der höheren Kategorie der sensorischen Nerven (incl. Nn. laterales). Aber auch der vordere Darmbereich entfaltete mit der successiven Ausbildung von Athemspalten eine komplicirtere Thätigkeit und trat damit als respiratorischer Kopfdarm in Gegensatz zu dem nur der Verdauung dienenden Rumpfdarm. Endlich kam es, zunächst mit ganz bescheidenen Anfängen beginnend, zu einer besonderen Armatur der vorderen Digestivöffnung (Mund). Durch alle diese Differenzirungen hob sich der vordere Körpertheil als »Kopf« hervor, und das unter dem Einflusse der damit bedingten höheren Ausbildung der peripheren Nerven (die man bereits als palaeokraniale den hinteren gegenüberstellen kann) stehende centrale Nervenrohr entfaltete sich zum Gehirn. Mit diesen progressiven Veränderungen auf der einen Seite verband sich zugleich, wie bei jeder höheren Differenzirung, eine retrograde Tendenz, und zwar in der Ausbildung der Seitenrumpfmuskulatur. Der auf den Kopf folgende Körperbereich, der Rumpf, verblieb vermöge seiner einfacheren Bestimmung im Ganzen auf primitiverer Stufe und gewann in der Hauptsache nur bezüglich der vegetativen und lokomotorischen Funktionen eine höhere Entwickelung; um der letzteren Aufgabe in besserem Maasse zu genügen, wuchs er an seinem hinteren Ende zugleich mehr in die Länge, wobei die neugebildeten Bereiche den Bau der ihnen vorausgehenden älteren Metameren repetirten. Der Rumpfbildung entspricht diejenige des Rückenmarkes. Eine markantere Grenze zwischen Kopf und Rumpf, zwischen Gehirn und Rückenmark existirte selbstverständlich in den Anfangsstadien dieser Differenzirungen nicht; erst mit dem weiteren Fortgange derselben prägte sie sich mehr aus.

Das so erreichte Stadium entspricht im Grossen und Ganzen der von *Amphioxus* erreichten Entwickelungsstufe. Doch finden sich in diesem Organismus neben der überwiegenden Mehrzahl primordialer Züge zugleich mancherlei einseitige Weiterbildungen (insbesondere die Pleobranchiomerie, die hohe Entfaltung des peribranchialen Apparates u. s. w), sowie mancherlei Reduktionen (namentlich am vorderen Ende des Kopfes und Gehirnes). Ob die Vorfahren des *Amphioxus* ein später wieder verkümmertes Seh- und Gehörorgan besassen oder ob dieses hier noch nicht zur Ausbildung gebracht wurde, ist mit den gegebenen Materialien nicht zu entscheiden; ich neige hinsichtlich des Gehörorgans zur letzteren Alternative, enthalte mich aber betreffs des Auges jeder Bestimmung.

Die weitere phylogenetische Entwickelung führt zur höheren Differenzirung und schärferen Abgrenzung von Kopf und Rumpf, von Gehirn und Rückenmark. Zugleich wird ein höheres Stadium in der Ausbildung des Stützgewebes erreicht, es beginnt die Entfaltung des Knorpelgewebes.

Im Rumpfbereiche vollziehen sich diese Differenzirungen in geringerem Grade. Im Wesentlichen ist es hier die Seitenrumpfmuskulatur, welche unter Ausbildung neuer, mehr oder minder mächtiger oberflächlicher Lagen beträchtlich an Dicke und Volumen wächst und die knorpeligen Skelettbildungen in höherer Weise heranzüchtet, während die ältere innere Lage in eine successive Rückbildung tritt; diese Rückbildung ist bei den Myxinoiden, Petromyzonten und Selachiern noch eine partielle, bei den übrigen Kranioten wird sie zur totalen. Dadurch wird auch der Verlauf der ventralen Aeste der Seitenhornfasern und der sensiblen Dorsalfasern der Spinalnerven bestimmt, indem dieselben jetzt nicht mehr oberflächlich von der Seitenrumpfmuskulatur wie bei *Amphioxus* verlaufen, sondern zwischen den alten und neuen Muskeln hindurchtreten oder lediglich von der letzteren bedeckt direkt zu ihren Endgebieten hinziehen, ohne den bei *Amphioxus* beschriebenen komplicirten peripherischen Bogen zu machen. Zugleich kommt, wie es scheint, bei den Kranioten eine durch Vorderfasern (ventrale splanchno-motorische Nerven) versorgte Muskularisirung des Digestivtractus zur Ausbildung, die vielleicht auf mediale, auf einem niedrigeren histogenetischen Niveau stehen gebliebene Antheile des alten Seitenrumpfmuskels zurückzuführen ist. Wie sie sich zu der von den Seitenhornfasern (laterale splanchno-motorische Nerven) versorgten Darmmuskulatur verhält resp. gegen sie abgrenzt, muss noch untersucht werden. Die sensiblen Nerven entfalten kein höheres Quale; es scheint sogar, dass die primordialen Rami laterales des Rumpfes, falls dieselben überhaupt bei den akranen Vorfahren der Kranioten in erste Entwickelung treten, sich wieder rückbilden. Was am Rumpfe der Kranioten von Seitennerven für die daselbst befindlichen Seitenorgane existirt, hat sich vom Kopfe aus erst sekundär dahin ausgebreitet.

Umgekehrt tritt im Kopfbereiche die höhere Sinnesthätigkeit weiter ins Uebergewicht, führt zu einer höheren Ausbildung der bereits vorhandenen Sinnesorgane und zugleich — von den Petromyzonten ab (bei den Myxinoiden liegen die Verhältnisse noch nicht ganz klar) — zu einer mehr in die Breite gehenden Entfaltung der Seitenorgane. Ob das zuerst bei den Myxinoiden auftretende Gehörorgan eine

alte Bildung sui generis ist, ob es nach der Hypothese von Dercum und Marshall sich aus einem primordialen Seitenorgane entwickelt hat, ist noch zu entscheiden; eine Ableitung von Kiemensinnesorganen halte ich für ausgeschlossen. Myxinoiden, Petromyzonten und Gnathostomen bieten in seiner phylogenetischen Entwickelung drei auf einander folgende Stufen dar. Das Sehorgan zeigt bereits bei den Myxinoiden, wenngleich in beträchtlich reducirtem Zustande, eine relativ hohe Ausbildung, die zu dem äusserst primitiven Verhalten von *Amphioxus* unvermittelt dasteht; Petromyzonten und Gnathostomen kennzeichnet eine noch höhere Differenzirung des Bulbus und seiner accessorischen Organe. Die ontogenetischen Befunde lassen auf eine phylogenetische Entstehung und Umbildung aus einem Hirntheil schliessen, wobei ein älteres unpaares, vergängliches, und jüngere paarige, bleibende Augen sich einander ablösten; aberrative Bildungen der in jener Gegend befindlichen Urwirbelmyomeren lieferten die Augenmuskeln. Mit der Entfaltung dieser komplicirten Sinnesfunktionen gewinnt das Gehirn und damit zugleich der ganze Kopf eine höhere Dignität; er wird Beherrscher des Rumpfes, und damit vermehren sich die centralen, Gehirn und Rückenmark verbindenden Nervenbahnen.

Ein so herangewachsener Organismus tritt im Kampfe ums Dasein in höheren Wettbewerb; er entwickelt sich mehr und mehr zu einem zunehmenden Eingreifen in demselben, und dem entspricht die Entfaltung von Waffen, deren vornehmste, auf die Erfassung der Beute gerichtete, in erster Linie im Mundbereiche sich entwickeln, wobei die successive zu diesem Zwecke sich umbildenden ersten (ursprünglich branchialen) Visceralbogen ihnen als Grundlage dienen. Gewisse rudimentäre Gebilde am vorderen Ende lassen hierbei auf einen metamerisch nach hinten fortschreitenden Umbildungsprocess schliessen. Die darauf folgenden Visceralbogen werden die Hauptträger der Athemfunktion, die sich allmählich auf eine geringere Anzahl von Branchiomeren koncentrirt, aber dabei zugleich durch ein höheres Quale, auch in gewebliche Beziehung, das verminderte Quantum mehr als reichlich ersetzt. Alle diese Leistungen erfordern sowohl nach der sensibeln (cutanen und mucösen) wie nach der motorischen Seite einen höher ausgebildeten nervösen Apparat, und so gewinnt im Kopfbereiche das System der Visceralnerven (Trigeminus, Facialis, Glossopharyngeus und Vagus) eine Entwickelung, welche diejenige ihrer dem Rumpfe angehörenden Homodyname bei Weitem übertrifft, und damit gelangt auch wiederum das Gehirn zu einer höheren Differenzirungsstufe.

Zugleich begreift sich leicht, dass ein solches Gehirn um so geschützter und leistungsfähiger wird, je mehr es seine verschiedenen Centren einander nähert, sich also koncentrirt. Darum vollzieht sich beim Uebergange vom akranen in das kraniale Stadium auch eine Verkürzung und Zusammenziehung des Gehirnes und seiner Nervencentren, und damit geht zugleich eine höhere gewebliche Differenzirung und einheitliche Gestaltung seiner Hülle, der Schädelkapsel, Hand in Hand, die auch zugleich den Sinnesorganen Schutz, den visceralen Muskeln kräftigere Ursprungsstellen gewährt. So entwickelt sich aus dem häutigen Cranium allmählich das ungegliederte Knorpelcranium, wobei wiederum die Myxinoiden, Petromyzonten und

Gnathostomen successive Etappen darstellen. Bereits Gegenbaur hat diesen phylogenetischen Werdeprocess bei den Selachiern in unübertrefflicher Weise geschildert. Dieses Cranium ist zunächst ein Palaeocranium, das hinten und seitlich mit der knorpeligen Labyrinthkapsel abschliesst. Mit seiner Koncentration und Gestaltung zum Continuum korrespondirt die Reduktion der in seinem Bereiche befindlichen Urwirbelmyomeren (Kopfsomiten, prootische Somiten), von denen nur die für die Bewegung des Sehorgans verwendeten Theile erhalten bleiben; die sie versorgenden Nerven (Vorderhornnerven) gehen hierbei gewisse Umbildungen und Verlagerungen ein, welche insbesondere bei dem N. trochlearis zu einem Uebergreifen auf die andere Körperseite führen (cf. p. 681).

Andere Entwickelungswege schlägt der viscerale Apparat ein. Hier hätte eine von vorn herein erfolgende Zusammenziehung seiner Komponenten eine Verminderung seiner Leistungsfähigkeit bedingt; derselbe entfaltet sich daher in längerer Strecke und kommt daher bei der rostralwärts erfolgten Koncentration des Palaeocranium mit seinem hinteren Abschnitte mehr oder minder weit in das Rumpfgebiet zu liegen. Aus der ursprünglichen Eumetamerie zwischen Kopfmyomeren und Kopfbranchiomeren bildet sich eine bei den verschiedenen Vertretern der Kranioten ungleich entwickelte Dysmetamerie aus; parasitäre Lebensweise bei den Einen, hohe Entfaltung des Kieferapparates bei den Anderen erweisen sich hierbei als weitere bedingende Faktoren, wobei wir verschiedene, nicht ohne Weiteres auf einander beziehbare Entwickelungsbahnen unterscheiden müssen. Insbesondere repräsentiren die Myxinoiden eine besondere Gruppe von extrem einseitiger Differenzirung, die aber vermöge ihrer überwiegend sehr primitiven Stellung ein hohes Interesse darbietet.

Zu der Rückbildung der Kopfmyomeren steht die gute Entwickelung der Rumpfmyomeren in scharfem Kontraste. Die letzteren bilden den ersteren gegenüber das jugendkräftigere Element und bemächtigen sich successive der früher von diesen eingenommenen palaeokranialen und palaeobranchialen Gebiete; so erhält das Palaeocranium eine mehr oder minder weit vorwandernde spinale Muskulatur, so entfaltet sich eine epibranchiale und hypobranchiale Muskulatur, die bis zum Kieferbogen sich erstreckt und noch weiter nach vorn vorgreifen kann; namentlich die Myxinoiden und Petromyzonten zeigen diese sekundäre Ueberkreuzung cerebraler und spinaler Gebiete sehr hochgradig ausgebildet. Aber mit dieser Invasion der Rumpfmuskulatur koincidirt zugleich ein zweiter Reduktionsprocess, loci minoris resistentiae für sie vorbereitend: die successive von hinten her Platz greifende Verkümmerung der respiratorischen Leistungen der hinteren Kiemenbogen und ihres denselben dienstbaren cerebralen Muskelapparates, und ein Funktionswechsel. So wird das, was früher lediglich von cerebralen Muskeln beherrscht war, allmählich mehr und mehr von spinalen Muskeln erobert. Auf diese Weise wurden bei den Vorfahren der Gnathostomen zwei hintere Visceralbogen durch diese spinale Muskulatur kaudalwärts in das Rumpfgebiet entführt und zu Extremitätengürteln umgebildet, auf die gleiche Weise kamen bei den höheren Gnathostomen auch mehr

vordere Bogen unter Verlust ihrer Funktionen für die Athmung in den mehr oder minder ausschliesslichen Dienst der ursprünglichen Rumpfmuskulatur.

Handelte es sich in den bisher erwähnten phylogenetischen Entwickelungsprocessen um die Eroberung palaeocranialer und palaeobranchialer Skeletttheile durch Abkömmlinge der spinalen Muskulatur, also um die Bildung eines sekundären Verbandes heterogener Skelett- und Muskelelemente, so vollzieht sich bei den Vorfahren der Gnathostomen am Ende des Palaeocranium noch ein anderer Process, der zur Assimilation ursprünglich spinaler Muskel- und Skelettgebilde an dieses Cranium führt. Die Vorbedingung für diese Verbindung ist die Schwächung der ersten Rumpfmyomeren, während die darauf folgenden in aktiver Kraftfülle bleiben. Diese ersten Myomeren verfallen einer successiven Verkümmerung, welche zu Restbeständen führt, die sehr den ersten Anfängen in der Bildung der Myomeren gleichen und nicht mehr die Leistungsfähigkeit besitzen, die ihnen entsprechenden ersten Wirbel in Bewegung, Freiheit und Unabhängigkeit zu erhalten. Dieselben verschmelzen demnach mit dem Ende des Palaeocranium (Autocranium) und bilden eine neue Zuthat zu demselben, das Neocranium (Spondylocranium), wobei die bisher freien Spinalnerven der betreffenden Rumpfmyomeren (hintere Kopfmyomeren, metaotische Myomeren) als spino-occipitale Nerven in diesen neuen Abschnitt des Cranium aufgenommen werden. Von den Selachiern bis zu den Amnioten wiederholt sich dieser Process unter successiver Rückbildung der mehr vorderen und unter Neueinverleibung der mehr hinteren Theile mehrmals und führt zu den verschiedenen phylogenetischen Etappen, welche als protometameres und auximetameres Neocranium, als occipitale und occipito-spinale Nerven unterschieden werden konnten und in den vorliegenden Untersuchungen schon ausführlich besprochen worden sind.

IV. Anhang.

Die im Vorliegenden mitgetheilten Untersuchungen geben Anleitung zu einer Anzahl einschlägiger oder nahe verwandter Fragen, aus denen ich für jetzt nur zwei auswählen und auch nur in der Form ganz kurzer, auf jede Wiedergabe der Litteratur verzichtender Bemerkungen berühren will. Bei anderer Gelegenheit gedenke ich des Weiteren darüber zu handeln.

Diese Fragen betreffen einmal die Extremitätentheorie, dann das Verhältniss von motorischem Nerv und durch ihn versorgtem Muskel.

1. Extremitäten-Theorie.

Wie allgemein bekannt, stehen sich zur Zeit zwei Theorien über die erste Entstehung der paarigen Extremitäten der Gnathostomen gegenüber: die eine, von Gegenbaur 1869 begründete und in den folgenden Jahren weiter ausgebildete, welche

das Skelett der Extremitätengürtel und der freien Gliedmaassen von Visceralbogen und ihren Radien ableitet und aus der ursprünglichen Kiemenregion sekundär in die Rumpfregion gelangen lässt[1]; die andere, 1877 und 1878 von THACHER und MIVART aufgestellte und danach insbesondere durch BALFOUR, DOHRN, RABL, WIEDERSHEIM, MOLLIER, EMERY, DEAN u. v. A. unter mannigfachen Modifikationen vertretene und auf Grund ontogenetischer Beobachtungen gestützte, wonach die paarigen Extremitäten wie die unpaaren von Anfang an dem Rumpfe angehören und daselbst analog den unpaaren aus ursprünglichen paarigen Längsfalten sich sondern und herausdifferenziren. Auch wird (namentlich von WIEDERSHEIM) behauptet, dass die Gürtel aus der basalen Verschmelzung mehrerer Strahlen der freien Extremität sich abgegliedert haben. Die meisten Autoren fassen hierbei die vorderen und hinteren Extremitäten als wirkliche Homodyname auf; einige beurtheilen ihre übereinstimmende Bildung nur als Konvergenz-Analogie auf differenter Grundlage. Eine vermittelnde Richtung endlich acceptirt eine Descendenz des Schultergürtels (und Beckengürtels?) von Kiemenbogen, erblickt aber in den freien Extremitäten Abkömmlinge des Rumpfes, vertritt somit eine sekundäre Zusammenfügung heterogener Elemente zur Bildung des paarigen Extremitätenskelettes.

Zur Zeit verfügt die GEGENBAUR'sche Theorie ausser ihrem Begründer über eine nur beschränkte Anzahl von Anhängern; unvergleichlich grösser ist die Zahl derjenigen, welche sich zu der THACHER-MIVART'schen Hypothese oder dieser oder jener Variante derselben bekennen, und unter diesen giebt es wieder recht Viele, welche die GEGENBAUR'schen Anschauungen durch die Ergebnisse der ontogenetischen Untersuchung für völlig widerlegt und für alle Zeit für abgethan halten. — Wenn die Zahl der Anhänger entscheidet, dann freilich steht es schlimm um diese Theorie. Uebrigens hat ihr Autor noch neuerdings (1894) seinen Standpunkt sehr wirksam vertreten.

Ich gehöre zur Minorität, welche von Anfang an bis auf den heutigen Tag der GEGENBAUR'schen Theorie angehangen hat, und jede neue Phase des gegen sie entbrannten Kampfes, jeder neue Angriff auf sie hat mich von Neuem mit der höchsten Bewunderung der tief durchdachten, genialen Konceptionen ihres Autors erfüllt, hat meine Ueberzeugung von ihrer Richtigkeit immer mehr gesteigert und gefestigt. Ich habe dabei auch den Eindruck gewonnen, dass gar Mancher von denen, die dagegen gekämpft haben, gar nicht in das eigentliche Wesen der GEGENBAUR'schen Ideen eingedrungen ist und zum Theil einen wenig besagenden Kampf um nebensächliche und oberflächliche Dinge geführt hat.

Wiederholt habe ich, zum Theil auch auf Grund eigener Beobachtungen, zu diesen Theorien Stellung genommen (1873, 1874, 1879, 1887 resp. 1888) und auch die vorliegenden Untersuchungen gaben mir Gelegenheit, an verschiedenen Stellen

---

1) Diese Definition umfasst nur einen kleinen Theil der nach verschiedenen Richtungen hin ausgebauten GEGENBAUR'schen Theorie. Da sich aber meine bezüglichen Bemerkungen für heute auch nur auf diesen beschränken, verzichte ich auf eine Reproduktion der übrigen Theile.

(p. 386, 390 f., 405, 442, 491, 507, 551, 553, 559 f., 563, 718) meine bezüglichen Anschauungen zum Ausdruck zu bringen.

Jetzt möchte ich aus der Extremitäten-Theorie nur den fundamentalen Punkt herausgreifen, welcher die Abstammung der Extremitäten aus dem Visceralskelett und ihre Wanderung in das Rumpfgebiet betrifft.

Der wesentlichste von gegnerischer Seite gegen die Gegenbaur'sche Theorie erhobene Einwand basirt darauf, dass die Ontogenie der bisher untersuchten Wirbelthiere immer eine Entstehung des Skelettes der paarigen Extremitäten im Rumpfbereiche und einen Verband derselben mit Abkömmlingen der Rumpfmuskulatur zeigt. Weil die mit ihnen sich verbindenden Muskeln spinaler Abkunft sind, soll auch ihr Skelett spinaler Natur sein; weil ihre ontogenischen Untersuchungen nichts erkennen lassen, was auf branchiale Skelettbildungen oder cerebrale Muskulaturen direkt beziehbar ist, kann die Extremität auch nicht von dem Kopfbereiche abstammen. Dann giebt es Thiere (Rochen), deren ungemein ausgedehnte Extremitäten sich bis zur Berührung nähern, wieder andere (Ganoiden), deren Bauchflosse in besonders einfacher Weise aus parallelen Radien aufgebaut ist und deren, übrigens recht verschiedenartig gedeuteter, Beckengürtel eine recht geringe Entfaltung besitzt. Obwohl, ich möchte sagen, der erste Blick lehrt, dass die paarigen Flossen der Rochen ihre nahe Nachbarschaft einer durchaus sekundären Vergrösserung von hoher Einseitigkeit verdanken, obwohl nicht minder leicht erkannt wird, dass bei den Ganoiden die Vereinfachung die Folge von sekundärer Rückbildung (die selbst bis zum völligen Schwunde führen kann) ist, so gelten doch den Anhängern der Thacher-Mivart'schen Hypothese diese beiden Typen auch in vergleichend-anatomischer Verwerthbarkeit als die primordialen Beweisstücke für die Richtigkeit ihrer Theorie. Ontogenetische Angaben über die Entwickelung der Haifisch-Flosse, deren reeller Werth mit Rücksicht auf ihre Zuverlässigkeit bereits von Gegenbaur beleuchtet worden ist, schliessen die Beweiserhebung zu Gunsten der Theorie.

Ich wende mich zu den oben erwähnten Folgerungen von embryologischer Seite.

„Weil die Extremitäten-Muskeln von spinalen Nerven versorgt werden, so gehört auch das Extremitätenskelett zum Rumpfe!“

Auch ich vertrete die Anschauung, dass ursprünglich die innerhalb derselben Körpersegmente liegenden Skleromeren und Myomeren auch den gleichen Segmenten entstammten, homogenetisch waren und eine morphologische Einheit mit einander bildeten. Die Skleromeren des Kopfes wurden dereinst nur von cerebralen, die des Rumpfes nur von spinalen Muskeln versorgt. Aber dieses primordiale Verhalten hat sich mit den gerade in dieser Abhandlung eingehend beschriebenen metamerischen Verschiebungen und Wanderungen im Laufe der Phylogenese ganz erheblich geändert: unzweifelhaft spinale Muskeln haben in zunehmendem Maasse sich unzweifelhaft kranialer und branchialer Skelettheile bemächtigt und zu einem sekundären Verbande heterogenetischer, heterodynamer Muskel- und Skelettelemente geführt. Basalia, Copulae, Copularia und angrenzende Theile der ventralen Branchialia stehen bereits bei den niedrigsten Selachiern unter dem

Einflusse epibranchialer und hypobranchialer spinaler Muskeln; diese Muskulatur greift weiter und bemächtigt sich am letzten Kiemenbogen schon von den Selachiern ab immer grösserer Strecken desselben (der ganzen ventralen, bei den Dipnoern auch der dorsalen Branchialia resp. der ihnen entsprechenden Strecken); bei den Kiemenbogenrudimenten der Amnioten endlich (speciell am Zungenbein derselben) tritt die spinale Muskulatur gegenüber der alten cerebralen durchaus in den Vordergrund (cf. p. 424 f., 479, 577). Es vollzieht sich somit zusehends eine Besitznahme palaeobranchialer Skelettelemente durch die spinale Muskulatur in dem Maasse, als die respiratorische Funktion der Kiemenbogen mehr und mehr verloren geht. Zugleich aber vermag diese Muskulatur auch die alten durch Reduktion von dem Schädel und ihren rostralen Homodynamen abgelösten oder in nur lockeren Zusammenhang gebrachten Skelettelemente mehr und mehr aus dem Kopfbereiche zu entführen, wie gleichfalls das Hyoid und das Larynxskelett gewisser Amnioten zeigt.

Die Nutzanwendung auf die Extremitätengürtel liegt nahe. Wenn die letzten Kiemenbogen der Selachier nachweisbar mit der Rückbildung ihrer Athemfunktion mehr und mehr ihrer cerebralen Muskeln verlustig gingen und von spinalen erobert wurden, wenn selbst die ursprünglich mitten im respiratorischen Gebiete gelegenen beiden Bogen, welche das Zungenbein der höchsten Amnioten bilden, bei diesen schliesslich dem gleichen Rückbildungs- und Umbildungsprocesse verfielen und unter dem Einflusse der spinalen Muskeln vom Kopfe sich entfernten, — so ist unschwer zu denken, dass bei den Vorfahren der Gnathostomen zwei noch hinter dem 7. Kiemenbogen gelegene Visceralbogen[1]) gleichfalls unter Verlust ihrer Kiemen, cerebraler Muskeln und sonstiger palaeobranchialer Weichtheile bereits in frühester Zeit dem Kopfbereiche entfremdet und durch die spinale Muskulatur mehr oder minder weit in den Rumpfbereich entführt wurden. Ohne Schwierigkeit lassen sich hierbei die dorsalen und ventralen mit dem Extremitätenbogen in Verband stehenden Muskeln mit der epibranchialen und hypobranchialen spinalen Muskulatur der Kiemenbogen homologisiren, die mit den freien Extremitäten verbundenen Muskeln aber als Aberrationen der Rumpfmuskeln auffassen, ein Vorgang, der selbst noch durch die zusammengedrängte Rekapitulation der Ontogenese (Bildung der Muskelknospen) illustrirt wird. Dass hierbei die spinalen Muskulaturen und die geänderte Funktion als lokomotorische Apparate auf die dem branchialen Gebiete entfremdeten Skelettgebilde einen mannigfach modellirenden und tiefgreifend umbildenden Einfluss ausübten, bedarf keiner weiteren Ausführung.

Aus der Verbindung des Extremitätenskelettes mit der spinalen Muskulatur ist somit in keiner Weise der Beweis für die spinale Natur dieses Skelettes zu entnehmen. Aber selbstverständlich verlange ich vom Gegner der GEGENBAUR'schen Extremitätentheorie ebenso wenig, dass er auf Grund

1) Ob diese zwei Visceralbogen direkt auf den 7. Kiemenbogen der Notidaniden folgten, ob zwischen ihnen und diesem noch andere inzwischen gänzlich rückgebildete sich befanden, ist mit den vorliegenden Materialien zur Zeit nicht zu bestimmen. Wahrscheinlichkeitsgründe sprechen für einen Ausfall zwischen beiden Kategorien.

meiner bisherigen Ausführungen an die Umbildung der Visceralbogen zu Extremitätenbogen und an die behauptete Wanderung in das spinale Gebiet glaube. Was ich bisher gab, sollte nur zeigen, dass die vorliegenden Thatsachen sich mindestens mit dem gleichen Rechte wie für die THACHER-MIVART'sche Hypothese für die von GEGENBAUR vertretene verwerthen lassen.

Wären jedoch keine weiteren der GEGENBAUR'schen Theorie günstigen Momente ausfindig zu machen, so könnte sie nur Anspruch auf Gleichwerthigkeit mit der gegnerischen Theorie erheben, könnte nur wie diese als möglich bezeichnet werden, ohne das Epitheton „wahrscheinlich" zu verdienen.

Es giebt aber Thatsachen, welche meines Erachtens der GEGENBAUR'schen Theorie das entscheidende Uebergewicht sichern, längst bekannte Thatsachen[1]), die nur den ontogenetischen Gegnern unbekannt zu sein scheinen, wenigstens von ihnen völlig übersehen und ausser Acht gelassen worden sind, die ich aber jetzt, zum Theil auf Grund inzwischen fortgesetzter Untersuchungen, noch weiter illustriren möchte.

Wenn der Ontogenetiker an den paarigen Extremitäten nichts auf den Kopf Beziehbares mehr findet, so hat er einiges Recht, die Abstammung derselben von Visceralbogen zu bezweifeln, — ich sage „einiges" Recht, denn es ist immer sehr bedenklich, aus dem Mangel und der Unvollkommenheit der ontogenetischen Materialien einen Schluss auf die einstmalige phylogenetische Nichtexistenz zu machen. Wie Vieles hat die vergleichende Anatomie und die Palaeontologie aufgedeckt, wovon die bisherige ontogenetische Untersuchung nichts ahnen liess!

Die paarigen Extremitäten besitzen jedoch noch Bildungen, welche sich auf ihre einstmalige Natur als Visceralbogen beziehen lassen und damit den Beweis für die betreffende Abstammung liefern. Dieselben sind in erster Linie gegeben in den ihnen verbundenen Muskeln und Nerven von unzweifelhaft visceraler, palaeobranchialer Abstammung und werden durch die Mm. trapezius und interscapularis mit den sie versorgenden Rami m. trapezii et m. interscapularis des Vago-Accessorius, sowie die für das Perichondrium des Schultergürtels bestimmten Vagus-Zweige repräsentirt.

Der M. trapezius bildet bei den Haien den letzten Abschnitt einer besonderen, namentlich bei den Notidaniden ausgezeichnet entwickelten dorsalen Zone des M. constrictor superficialis dorsalis des Visceralskelettes und inserirt mit seiner Hauptmasse am dorsalen Bereiche des Schultergürtels resp. dessen Perichondrium, mit einem schwächeren vorderen Zipfel an der entsprechenden Stelle des letzten Kiemenbogens.

---

1) Bereits in den Veröffentlichungen von 1873 und 1874 habe ich über dieselben gehandelt und verweise gleichzeitig auch auf VETTER's Abhandlung aus dem Jahre 1874. — Auf dieses Ignoriren der Mm. trapezius und interscapularis und manches Anderen von Seite der Ontogenetiker hat auch schon GEGENBAUR (1894) hingewiesen. Der M. trapezius wird entweder gar nicht oder (GÖTTE) als Abkömmling der Rumpfmuskulatur angeführt, obwohl er bekanntlich bei den Anamniern ganz oder fast ganz vom Vagus innervirt wird; über den M. interscapularis schweigen selbst die Arbeiten, welche sich die ontogenetische Entwickelung der vorderen Extremität s. l. und ihrer Muskeln bei den Anuren als specielle Aufgabe setzten. Mag nun hier Unkenntniss der elementarsten anatomischen Verhältnisse der ontogenetisch untersuchten Gegend vorliegen, mag es sich um ein geflissentliches Todtschweigen der beiden für die Theorie unbequemen oder auch den Untersuchern irrelevant erscheinenden Muskeln handeln, in keinem Falle haben die betreffenden Autoren der Sache oder sich und ihren Arbeiten damit einen guten Dienst erwiesen.

Die ihn versorgenden Nervenzweige entstammen der hintersten (am meisten kaudalen) Abtheilung des Vago-Accessorius, die namentlich bei Hexanchus ein besonders tief herabsteigender Ursprung (N. accessorius Willisii, cf. p. 374) auszeichnet, und geben sich und den von ihnen versorgten Muskel als das eigentliche Ende der cerebralen motorischen Nerven und Muskeln zu erkennen. Beide Insertionen, die vordere am letzten Kiemenbogen, die hintere an der Scapula, entsprechen sich vollkommen und bilden gleichwerthige Homodyname[1]), von denen das hintere entsprechend der kräftigeren Ausbildung des Insertion gewährenden Skeletttheiles das ansehnlichere ist. Mit der weiteren Rückbildung des Kiemenskelettes schwindet der Kiemenbogenzipfel und nur die Insertion am Schultergürtel persistirt, im Detail unter den mannigfaltigsten qualitativen und quantitativen Umbildungen, aber in ihrem Verhalten zum Endtheil des N. vagus, d. h. dem Ramus posterior n. accessorii Willisii bis hinauf zu den Säugethieren unverändert.

Auf Grund des Verhaltens des M. trapezius der am tiefsten stehenden Pterygiophoren zu Kiemenbogen und Schulterbogen erscheint es mir nicht zweifelhaft, dass die Insertion dieses Muskels an dem Schultergürtel eine wirklich primordiale, die ursprüngliche Kiemenbogen-Natur desselben darthuende ist. Eigensinnige Gegner der GEGENBAUR'schen Hypothese können aber sagen, dass der hinterste Theil der Trapezius-Zone mit dem Schwunde der letzten Kiemenbogen an dem inzwischen aus dem Rumpfbereiche rostralwärts an das Ende der Visceralregion vorgerückten Schultergürtel sekundär Anheftung gewonnen habe, dass somit der Verband beider Theile erst ein sekundär erworbener sei. Wie sehr wenig innere Wahrscheinlichkeit auch eine solche Deutung des vorliegenden Befundes hat, ihre absolute Unmöglichkeit ist z. Z. nicht sicher zu erweisen.

In dem M. interscapularis der Anuren[2]) existirt jedoch ein anderer Muskel, welcher in toto, mit Ursprung und Insertion dem Schultergürtel angehört und gleichfalls vom Ende des motorischen Antheiles des Vago-Accessorius versorgt wird. Hier ist in vernünftiger Weise nicht daran zu denken, dass derselbe vom Kiemenbereiche auf einen dem Rumpfe entstammenden Schultergürtel übergewandert sei, sondern es bleibt nur die Deutung, dass hier ein branchiogener Schulterbogen vorliegt, der den M. interscapularis als das Homodynamon eines M. adductor arcuum branchialium gewahrt hat. Dass dieser Muskel gerade bei den Anuren, nicht aber bei den tiefer stehenden Fischen und Dipnoern erhalten geblieben ist, erklärt sich aus der abweichenden Funktion des Schultergürtels, welche bei den Ichthyopterygiern und Crossopterygiern eine besonders kräftige und einheitliche Stütze der Flosse nöthig machte, bei den primitiven Cheiropterygiern aber einen in sich beweglichen Schultergürtel erlaubte[3]).

1) Sie sind Homodyname, aber nicht direkt auf einander folgende Homodyname. Bei *Heptanchus* endet der vordere Zipfel an dem 7., bei *Hexanchus* an dem 6., bei pentanchen Haien an dem 5. Kiemenbogen, so dass wenigstens bei den beiden zuletzt erwähnten Abtheilungen der Ausfall von mindestens 1—2 Kiemenbogen sicher ist. Aber auch bei *Heptanchus* möchte ich einen, der Zahl nach allerdings ganz unbestimmten Ausfall befürworten.

2) Vergl. meine früheren Ausführungen 1873 p. 297 f.

3) Der Mangel bei den Urodelen ist Theilerscheinung der gerade in diesem Gebiete erheblich reducirten Weichgebilde.

Weiterhin aber finde ich — besonders deutlich bei einem gut konservirten Exemplar von *Heptanchus* — einige sehr feine Zweige von dem letzten Trapezius-Ast und einen minimalen vom Anfange der Rr. intestinales abgehen, welche sich zu einem äusserst feinen weitmaschigen Geflecht für das Perichondrium des Schultergürtels verbinden[1]). Auch diese perichondrale Versorgung des Schultergürtels durch Vaguszweige, welche der perichondralen Versorgung der Kiemenbogen durch den Vagus entspricht, kann ich nur als eine primordiale, somit als einen Beweis für die ursprüngliche Kiemennatur des Schulterbogens auffassen.

Endlich möchte ich noch eine Kategorie von Skelettgebilden anführen, welche zwar nicht mit Sicherheit, aber doch mit Wahrscheinlichkeit für die ursprüngliche viscerale Natur des Schultergürtels sprechen. Bekanntlich finden sich am Visceralskelette ventrale unpaare Verbindungsstücke der paarigen Visceralbogen, die sogenannten Copulae, welche bei *Heptanchus* in einer gewissen Regelmässigkeit angeordnet, bei den meisten Gnathostomen in der mannigfachsten Weise umgebildet und theilweise verkümmert sind. Es ist daran gedacht worden (Dohrn), dieselben dem Kiemenskelett als nach vorn gerückte Rumpfelemente gegenüber zu stellen; die Beweise dafür wurden nicht gegeben, dürften wohl auch nicht zu erbringen sein. Sie gehören von Anfang an dem Kiemenskelette an. Auch die Schultergürtel verschiedener Anamnier (Notidaniden, Dipnoer, Anuren) zeigen unpaare, den Coracoiden resp. Procoracoiden vorn aufsitzende Knorpelstücke, welche, unter verschiedenen Bezeichnungen (Episternum, Omosternum, Archisternum etc. etc.) geführt, eine grosse Aehnlichkeit mit diesen visceralen Copulae besitzen und vielleicht ihnen homodyname Gebilde darstellen[2]).

Die angeführten Materialien (von denen ich auf das zuletzt erwähnte, weil noch nicht genug durchgearbeitete, nicht den gleichen Werth wie auf die drei ersten lege) dürften genügen, um den Beweis zu erbringen, dass der Schultergürtel ein Homodynamon der echten Visceralbogen darstellt, dass er ursprünglich ein hinterer Kiemenbogen war, der schliesslich in den überwiegenden, aber nicht ausschliesslichen Bannkreis der spinalen Muskeln kam, die ihn zum Extremitätengürtel umbildeten.

Direkte Beweise für die Entstehung der freien Brustflosse aus ursprünglichen Kiemenradien sind durch die Weichtheile nicht mehr zu erbringen, sind aber auch nicht zu erwarten. Die Zeit, wo diese Radien noch als Träger respiratorischer Schleimhäute fungirten, liegt zu weit zurück, als dass davon noch etwas übrig geblieben wäre oder noch ontogenetisch rekapitulirt würde; diese Kiemenradien wurden

---

1) Vergl. Taf. II Fig. 1 Rr. pch. sc. der vorliegenden Abhandlung. Die bezüglichen Zweige sind indessen zufolge der zu geringen Vergrösserung nur ganz unvollständig und mangelhaft wiedergegeben.

2) Vergl. auch meine früheren Ausführungen 1874 p. 213. Diese Gebilde sind übrigens noch zu wenig studirt, um schon jetzt Sicheres über sie auszusagen. Bei den Selachiern ist jedenfalls auch mit der Möglichkeit einer sekundären Abgliederung vom Schultergürtel zu rechnen. Auch ist bei Dipnoern und Amphibien aus einem anderen, weiter unten (p. 729 Anm. 1) zu erwähnenden Grunde daran zu denken, dass der Verband mit dem Schultergürtel kein primordialer, sondern ein erst sekundär hergestellter ist, womit natürlich die Beweiskraft nicht vermehrt wird. Nur fortgesetzte Untersuchungen können entscheiden.

überhaupt erst unter dem umbildenden Einflusse der Rumpfmuskulatur zu Flossenstrahlen herangezüchtet. Nachdem aber der Beweis für die Kiemenbogennatur des Schultergürtels erbracht worden, bleibt nur die Alternative, entweder eine Homogenität und primitive Zusammengehörigkeit des Skelettes der freien Flosse und des Schultergürtels anzunehmen oder die Flosse als heterogene Rumpfbildung erst sekundär zu dem Schultergürtel in Verband zu bringen. Für die letztere, an sich durchaus gezwungene Annahme spricht nicht ein einziges Moment in den thatsächlich vorliegenden morphologischen und ontogenetischen Verhältnissen der betreffenden Skelett- und Muskelgebilde; der ersteren, natürlich sich ergebenden sind dagegen alle Instanzen günstig, wie auch die bekannte von Gegenbaur aufgestellte vergleichende Reihe alle billiger Weise an sie zu stellenden Anforderungen erfüllt.

Weit ungünstiger für den direkten Beweis durch die Weichtheile liegen die Verhältnisse bei der hinteren Extremität; weder Beckengürtel noch Bauchflosse zeigen in ihrer Muskularisirung oder Innervation irgend ein Moment, welches noch an primordiale Beziehungen zu dem Visceralskelett, zur visceralen Muskulatur und zu den palaeokranialen Nerven erinnerte. Wie sehr ich auch danach gesucht, ich fand nichts in dieser Hinsicht Verwerthbares. Wohl erstrecken sich bei verschiedenen Fischen, Dipnoern und Amphibien dorsale und ventrale Rami laterales nervi vagi bis in ihren Bereich und selbst noch weiter nach hinten, wohl reicht der Ram. intestinalis n. vagi bei gewissen Vertebraten über einen mehr oder minder grossen Abschnitt des Digestivapparates, aber in der Verlängerung des N. accessorius Willisii und Ram. trapezius — und gerade auf diese kommt es an — sich nach hinten erstreckende Vaguszweige wurden immer vermisst. Wunder kann dieser negative Befund nicht nehmen. Vergegenwärtigt man sich, welchen weiten Weg die zuerst der Kiemenregion entrissene hintere Extremität zu durchlaufen und wie mannigfache und tiefgreifende Schicksale sie auf ihrer langen Wanderung unter dem umbildenden Einflusse der Rumpfmuskulatur zu bestehen hatte, so begreift es sich, dass das, was ihr anfangs noch von ihrer ursprünglichen Natur anhing, sich im Laufe der Zeiten allmählich fast ganz oder ganz abstreifte. Ein wirklicher, ernsthaft zu nehmender Gegengrund gegen die Homologisirung der hinteren Extremität mit der vorderen, und damit auch mit einem ursprünglichen Kiemenbogen, ist sonach aus diesen negativen Instanzen nicht abzuleiten. — Insofern die hintere Extremität von ihrem ursprünglichen palaeobranchialen Ausgangspunkte sich am weitesten entfernt und im Rumpfgebiete am meisten eingebürgert hat, ist sie den Anhängern der Thacher-Mivart'schen Richtung die auserwählte von den beiden Extremitäten geworden, welche ihre primordialen spinalen Beziehungen besser als die vordere gewahrt habe. Diese Auffassung ist begreiflich; aber der Weg, der zu dem Verhalten führte, welches derselben als Untergrund dient, ist ein sehr anderer, als jene Anhänger annehmen.

Nicht unerwähnt bleibe aber, dass bekanntlich auch am Beckengürtel verschiedener Fische, Dipnoer, Amphibien und selbst Amnioten unpaare, verschieden bezeichnete (Epipubis, Interpubis, Pelvisternum, Hypoischium etc. etc.) und z. Th. wohl auch heterogene Skelettelemente existiren, welche den oben erwähnten praecoracoidalen

Bildungen am Schultergürtel verglichen wurden und ihnen vielleicht auch zum Theil homodynam sind. Ob und wie weit ihnen einstmalige viscerale Copulae zum Ausgange dienten, ist für jetzt nicht zu sagen. Dass sie beträchtlich umgewandelte Gebilde repräsentiren, dürfte nicht zweifelhaft sein; sie dagegen als völlige Neubildungen (z. B. als Verknorpelungen der Linea alba) aufzufassen, ist immer noch Zeit, wenn jede andere Art einer Ableitung von bereits vorhandenen Bildungen — man kann zum Theil auch an Abgliederungen vom Beckengürtel denken — erschöpft worden ist.

Ueber die Wanderungen und Verschiebungen der paarigen Extremitäten habe ich mich sowohl früher[1]), wie auch in der vorliegenden Abhandlung (p. 390, 442, 458, 490, 507, 559 f., 563 f.) genugsam ausgesprochen und brauche das dort Gesagte nicht zu wiederholen. Nur Diejenigen, welche immer und immer wieder die zum Theil sehr hochgradigen Wanderungen bezweifeln resp. nicht fassen können, möchte ich darauf verweisen und zugleich betonen, dass selbst bei recht specialisirten Vertretern, wie beispielsweise den Teleostiern oder den Vögeln, die sicheren vergleichend-morphologischen Feststellungen für nach vorn und nach hinten gerichtete Wanderungen der hinteren und vorderen Extremität von sehr beträchtlicher Ausdehnung existiren, dass aber auch für kürzere Strecken der ontogenetische Nachweis dieser Wanderungen gegeben werden konnte. Die zahlreichen Dysmetamerien innerhalb der Rumpfmyomeren sind zugleich eine partielle Folgeerscheinung dieser metamerischen Verschiebungen; auch vergesellen sich ihnen mannigfache Wanderungen der Eingeweide, auf die indessen hier nicht weiter einzugehen ist. Dass überhaupt in der gegenseitigen Ausdehnung und Abgrenzung der Bezirke des Kopfes und Rumpfes, der Machtsphären des Gehirns und Rückenmarkes die mannigfachsten Variirungen existiren, beweist die ungleich weite und wechselnde Ausdehnung der Rami laterales der Kopfnerven und des Ramus intestinalis vagi nach hinten, die Vorwanderung der Rumpfmuskeln und Rumpfnerven nach vorn, die gegenseitigen Appositionen, Verschmelzungen und Ablösungen cerebraler und spinaler Antheile an denselben Organen, worüber gleichfalls in dieser und den früheren Abhandlungen berichtet wurde.

Noch eines Einwandes sei gedacht, der gegen die Vergleichung der Kiemenbogen und Extremitätenbogen erhoben worden ist und erhoben werden kann. Es ist die Verschiedenheit in der tieferen oder oberflächlicheren Lage beider Theile: die Kiemenbogen werden von den Rumpfmuskeln und von dem N. vagus bedeckt, die Extremitätenbogen liegen dagegen innerhalb der Rumpfwandung in die ganze Masse der Rumpfmuskulatur eingesenkt, theilweise selbst oberflächlich von ihr und decken die am Rumpfe kaudalwärts verlaufenden Theile des N. vagus; auch gehören die Visceralbogen mit ihren cerebralen Muskeln dem hypomeren Seitenplattenbereiche, die Rumpfwandung mit ihren spinalen Muskeln dem epimeren Urwirbelbereiche an.

1) Vergl. die Abhandlungen von 1875 p. 683 ff., 1879 p. 344 ff. und 1887 resp. 1888 p. 972—991.

Ich erkenne die principielle Differenz zwischen der tiefen und hypomeren Lage der Kiemenbogen und der oberflächlichen und epimeren der Rumpfwand durchaus an, kann aber darin keine Instanz gegen die behauptete Homologie erblicken. Insofern, wie schon oben (p. 722) ausgeführt worden, die Rumpfmuskulatur der unzweifelhaften und unbestrittenen Visceralbogen sich bemächtigt, gewinnen diese von selbst veränderte Lagebeziehungen; Verstärkungen derselben, wie sie z. B. an den Kieferbogen beobachtet werden, lassen diese Bogen immer mehr an die Oberfläche und selbst direkt unter die Haut treten, während die an ihnen sich ansetzende hypobranchiale spinale Muskulatur (M. coraco-mandibularis) zum Theil selbst an ihrer Innenfläche inserirt. Also auch hier die entsprechenden topographischen Lagebeziehungen wie bei den Extremitätenbogen. Damit verwischt sich auch von selbst die ursprüngliche Grenze zwischen hypomeren und epimeren, zwischen visceralen und trunkalen Gebilden. Dazu kommt, dass bereits von den Selachiern ab die cerebrale Muskulatur des Visceralskelettes unter komplicirten sekundären Differenzirungen an die Oberfläche strebt und oberflächliche Lagen bildet, welche die Rumpfmuskelderivate überdecken und bis hinauf zu den höchsten Vertebraten wenigstens zum Theil erhalten bleiben. Wir begegnen somit in der weiteren phylogenetischen Entwickelungsgeschichte dieses, in so hohem Grade anpassungs- und umbildungsfähigen, Systemes auch völligen Umkehrungen der ursprünglichen Lagebeziehungen.

Dass aber bei den Extremitätenbogen, den mächtigen Stützen der an das Wasser angepassten Flossen, eine besonders ausgedehnte Umschliessung durch die Rumpfmuskulatur und in Korrelation dazu eine besonders kräftige, die ganze oder fast die ganze Dicke der Rumpfwand einnehmende Heranbildung derselben ein wichtiges und nöthiges Erforderniss zum glücklichen Kampfe ums Dasein war, bedarf keiner specielleren Auseinandersetzung[1]), sehen wir selbst, wie der Schultergürtel der grössten und wohl auch in ihrer Weise leistungsfähigsten Flossen, z. B. der Cestracionten, Holocephalen und Rochen successive aus dem ventralen Rumpfmuskelgebiete in das dorsale hinein bis zum Wirbelbereiche sich ausdehnt und da festen Verband mit der dorsalen Rumpfmuskelzone und selbst mit der Wirbelsäule gewinnt[2]), wie aber auch der Beckengürtel bei den erhöhten an ihn gestellten Anforderungen mit dem Uebergange zum Landleben (Amphibien, Amnioten) die entsprechende höhere Ausbildung, Volumensentwickelung und Verbindung mit dem Rumpfskelett eingeht. Des Weiteren gewinnt auch der Schultergürtel der Cheiropterygier infolge der weiteren Ausbildung der pneumo-respiratorischen Funktionen und der damit zusammenhängenden höheren Entfaltung der thorakalen Skelett- und Muskeltheile zum Zwecke der Inspiration und Exspiration, zum Theil auch, infolge der partiellen Rückbildung seiner

1) Dass auch bei sekundären Rückbildungen der freien Flossen dieser kräftige Zusammenhang zwischen Schultergürtel und Rumpfmuskulatur gewahrt bleiben kann, bildet selbstverständlich keinen Gegengrund gegen diese Anschauungen. Die Reduktion greift in diesen Fällen nur in beschränktem Maasse auf den Gürtel und seine Muskulatur über.

2) Dieser Verband mit der Wirbelsäule wiederholt sich bekanntlich auch bei den Patagiosauriern, speciell bei *Pteranodon* und *Ornithocheirus*.

Muskulatur, eine relativ oberflächliche, die eigentliche Thoraxwand deckende Lage. Das sind topographische Umwandlungsprocesse, ebenso natürlich, wie auf vergleichend-morphologischem Wege durch alle Etappen leicht zu verfolgen.

Aber die Lage des N. vagus kann vielleicht einen ernstlicheren Einwand gegen die behauptete Homologie bilden. Der Vagusstamm und seine Aeste ziehen über die Kiemenbogen hinweg, die weiter kaudalwärts verlaufenden Theile desselben (Rr. laterales superiores und inferiores, R. intestinalis) werden vom Schultergürtel gedeckt. Ergiebt sich diese Differenz als eine primordiale und durchgreifende, gelingt es nicht, ihre sekundäre Ausbildung nachzuweisen, so gebe ich selbst zu, dass die Homologie zwischen Kiemenbogen und Schultergürtel keine komplette ist.

Die Rami laterales machen nur geringe Schwierigkeit. Bekanntlich entstammen die Rr. laterales superiores mehr vorderen (rostralen) Abtheilungen des Vagus, sind somit vordere dorsale Seitenäste dieses Nerven, welche in durchaus sekundärer Weise ihre Verbreitung an der Haut des Rumpfes gewannen; vergleichende Anatomie und Ontogenie haben gezeigt, dass ihre Tieflagerung in die Seitenrumpfmuskulatur ein weiterer sekundärer Bildungsvorgang ist; dass sie auch durch den inzwischen dorsalwärts ausgedehnten Schultergürtel gedeckt werden müssen, bedarf keiner besonderen Ausführung. In ähnlicher Weise stellt der R. lateralis inferior der Dipnoer und Amphibien die sekundäre Verlängerung eines Kiemenastes des Vagus dar; seine Entwickelung ist meines Wissens bisher noch nicht genauer verfolgt worden; ich bezweifle aber nicht, dass sie analog derjenigen der Rr. laterales superiores erfolgt sein wird, dass hier die Deckung durch den Schultergürtel durch ventro-medialwärts erfolgtes Wachsthum der ursprünglich kleineren ventro-lateral gelegenen Schultergürtelhälften der Vorfahren der Dipnoer und Amphibien vor sich gegangen ist[1].

Schwerer wiegt das Verhalten des R. intestinalis, der wohl allgemein als die eigentliche Fortsetzung des Vagus, als Endstamm desselben angesehen wird. Ich kann indessen mit dieser Auffassung nicht übereinstimmen. Die Nervenfasern des R. intestinalis entstammen nicht dem letzten Theile des centralen Vaguskernes und bilden gleichfalls nur einen mit der kaudalwärts gehenden Wanderung des Kopfdarmes weit nach hinten ausgedehnten Seitenast resp. Seitenastkomplex, welcher den zwischen den Kiemenbogen in die Tiefe dringenden und dann an ihrer Innenfläche verlaufenden Rr. viscerales der Kiemenäste des Vagus homodynam ist. Er muss somit, gerade auf Grund der Homodynamie zwischen Kiemenbogen und Schulterbogen, innerhalb des letzteren liegen. Der eigentliche Endtheil des Vagus ist, wie bereits oben ausgeführt, der dem letzten Ende des centralen Vago-Accessorius-Kernes

1) Bei den Urodelen bleiben bekanntlich der rechte und linke Schultergürtel getrennt, bei den Dipnoern dagegen kommt es zu einer medianen Synchondrose beider, die gerade so wie diejenige bei den Selachiern als eine sekundäre Verbindung zu beurtheilen ist (dies wird auch durchaus gestützt durch das Quale dieses Verbandes bei den Selachiern, der hier von den Notidaniden, wo er noch syndesmotisch oder nur durch eine schmale Knorpelvereinigung repräsentirt ist, bis zu der Mehrzahl der Haie, wo weicherer Knorpel ihn vermittelt, und endlich bis zu den höchsten Haien, Holocephalen und Rochen, wo er eine zunehmende Festigkeit und Massigkeit gewinnt). — Diese Verhältnisse werfen auch Licht auf die oben (p. 725) besprochenen eventuellen Homodyname der visceralen Copulae am Schultergürtel und mahnen zugleich in der Beurtheilung eines Theiles derselben zur Vorsicht.

entstammende Ramus trapezius; dieser aber liegt gerade so wie der Stamm des Vagus zu den Kiemenbogen oberflächlich zum Schultergürtel. Nach diesen Darlegungen erwächst somit meines Erachtens auch aus diesem Verhalten der Homodynamisirung der Extremitätenbogen mit den Kiemenbogen keine Schwierigkeit.

Mit diesen wenigen Bemerkungen, die, wie schon gesagt, nur einen kleinen Theil der GEGENBAUR'schen Extremitätentheorie betreffen, wollte ich zeigen, dass die von GEGENBAUR gegebene Ableitung der paarigen Extremitäten aus ursprünglichen visceralen Bildungen noch nicht abgethan ist, wie ihre Gegner glauben. Gewiss liegt das einstmalige Kiemenstadium derselben weit zurück, gewiss hat die Extremität im Laufe der Phylogenese unter dem Einflusse der neuen Lebensbedingungen und der Rumpfmuskulatur Zuthaten erhalten und Umwandlungen erlitten, welche kaum eine Zelle unverändert bestehen liessen, — aber das ändert nichts an der Thatsache, dass ihr Ausgang der viscerale Bogen mit seinen Radien war. An diesen knüpft sie an, nicht aber an ganz neu gebildete, im Rumpfbereiche in Korrelation zu den Rumpfmuskeln entstandene Chondrifikationen, mögen diese nun in besonderen oberflächlichen Längsfalten erst durch die Extremitätenmuskelknospen herangezüchtet worden sein oder schon seit ältester Zeit — auch dies wurde behauptet — in dem Seitenfaltensystem der Akranier sich vorgebildet finden. Mag sich die betreffende ontogenetische Richtung[1]) noch so sehr auf die negativen Befunde ihrer Untersuchungen berufen, mit den bisher vorliegenden hat sie nur die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit dargethan, nicht aber die GEGENBAUR'sche Hypothese „für immer beseitigt“. Warten wir schlagendere Resultate und überzeugendere Beweise gegen dieselbe ab!

2. Nerv und Muskel.

Meinen bisherigen Untersuchungen über die Morphologie des Muskel- und Nervensystemes (1873—1895) lag allenthalben die Auffassung von der ursprünglichen und unveränderlichen Zusammengehörigkeit von motorischer Nervenfaser und Muskelfaser zu Grunde; dieselbe beherrschte meine physiologischen Anschauungen und meine sämmtlichen morphologischen Deutungen in diesem Gebiete. Ich glaube, dass dieser Auffassung durch zahlreiche von mir und Anderen ausgeführte Arbeiten eine gewisse morphologische Begründung zu Theil wurde, habe auch wiederholt, am ausführlichsten in meiner Veröffentlichung vom Jahre 1887 (1887 resp. 1888 p. 894—947) über diese Frage im Allgemeinen und Speciellen gehandelt. Ich gelangte dabei, auf Grund eigener Untersuchungen und unter kritischer Abwägung der bisher über den Zusammenhang von Nerv und Muskel aufgestellten Theorien, zu dem in der speciellen Auseinandersetzung genauer dargelegten Resultate, dass eine endgültige absolute

1) Selbstverständlich spreche ich nur von den betreffenden ontogenetischen Arbeiten, welche dem, was sie mit ihren Mitteln nicht zu sehen vermochten und zum Theil — unbewusst oder bewusst — nicht einmal in den Bereich ihrer Untersuchungen zogen, kurzer Hand die Existenzberechtigung absprachen. Der ontogenetischen Wissenschaft als solcher habe ich stets meine ganze Werthschätzung entgegengebracht und werde ihre Leistungsfähigkeit innerhalb der ihr gezogenen Grenzen immer voll und gern anerkennen.

Entscheidung auf Grund der bisherigen Materialien noch nicht gegeben werden könne, dass die Schwierigkeiten der Frage mit der wirklichen Vertiefung in sie nur wachsen, dass man aber wohl im Stande sei, die geringeren oder grösseren relativen Wahrscheinlichkeiten einigermaassen zu bestimmen, und schloss den betreffenden Passus mit Folgendem (1887 p. 941 f.):

„Es war meine Absicht, in der vorhergehenden Besprechung an der Hand einer möglichst ruhigen und sachgemässen Kritik zu zeigen: dass von den Theorien und Untersuchungsbefunden, welche bisher über den Zusammenhang von Muskel und Nerv mitgetheilt worden sind, meiner Meinung nach diejenigen, welche einen sekundären und späten Verband beider Gewebe und ein Zusammenwachsen aus der Ferne statuiren, die geringste Wahrscheinlichkeit besitzen; dass ferner diejenigen, welche eine frühe Verbindung benachbarter und noch gleichartiger Zellen und eine erst danach stattfindende Differenzirung derselben annehmen oder überhaupt von in Kontakt stehenden Zellen ausgehen (gleichviel ob sie dieselben allezeit separirt bleiben oder später mit einander verschmelzen lassen), mir minder unwahrscheinlich, aber doch nicht ohne Weiteres acceptabel erscheinen; dass endlich diejenigen, welche eine von Anfang an bestehende Einheit von Nerv und Muskel und einen in der Hauptsache auch später gewahrten und unverrückten Verband derselben behaupten, für mich den grössten Grad der Wahrscheinlichkeit besitzen.“

„Wenn ich in den Büchern blättere und da beispielsweise lese, dass der eine Autor »sich nicht bemüssigt findet, diese Darstellungen (Hensen's), welche an die Stelle leicht anzustellender Beobachtungen zum Theil rein willkürliche Vorstellungen setzen, anders als durch einen Hinweis auf seine Beobachtungen zu widerlegen«, zugleich aber seinen eigenen Beobachtungen wiederholt den Stempel »unzweifelhaft« aufdrückt, oder dass der andere Autor anführt, »dass die Biologen schon seit einem halben Decennium wissen, dass von dem viel bewunderten Gebäude der sogenannten Neuromuskeltheorie auch nicht zwei Steine auf einander geblieben sind« und »dass die Meinung Gegenbaur's von einer unabänderlichen Verknüpfung von Nerv und Muskel als unzeitgemäss zu verwerfen sei«, so sind das natürlich auch meine jetzigen Ausführungen vernichtende Urtheile; aber ich glaube in aller Bescheidenheit, dass wir noch nicht so weit sind, wie beide Autoren betonen, dass noch nicht einmal die erwähnten unzweifelhaften Untersuchungsbefunde in den sicheren Besitz der Wissenschaft übergegangen sind. Und es sei mir erlaubt, hinzuzufügen, dass Anschauungen, die unter Anderen von einem von Baer, Gegenbaur und Hensen vertreten werden, doch wohl etwas tiefer fundirt sein mögen, als hier angenommen zu werden scheint“.

„Eine endgültige Entscheidung dieser Frage vermochte ich somit nicht zu geben, und es ist mir auch sehr zweifelhaft, ob Einer der Zeitgenossen sie erleben wird. Je tiefer man sich in die Sache eindenkt, desto zahlreicher werden die Schwierigkeiten und die an die alten sich anknüpfenden neuen Fragen. Meines Erachtens stehen wir noch in den Anfangsphasen der Behandlung und es wird noch eines grossen Aufwandes von technischer und geistiger Arbeit und einer noch viel höheren Ausbildung unserer Methoden bedürfen, ehe die endgültige Lösung zu

erwarten ist. Darum konnte ich nur von grösseren und geringeren Wahrscheinlichkeiten sprechen, aber auf Grund derselben habe ich das Recht zu behaupten, dass die Annahme einer ganz bestimmten und in gewissem Sinne unabänderlichen Verknüpfung von Nerv und Muskelfaser noch nicht widerlegt ist, dass sie selbst über die relativ günstigsten Argumente zu verfügen vermag. Und darum habe ich auch nicht den mindesten Grund, meine Ansicht über die Bedeutung der Muskelinnervation zu ändern. Nach wie vor erblicke ich in derselben das gewichtigste und unentbehrlichste Mittel zur Bestimmung der Muskelhomologien."

Etwa um die gleiche Zeit resp. bald darauf (1887, 1888) fasste His in einigen Abhandlungen (deren auch in den folgenden Jahren noch mehrere das gleiche Thema behandelnde erschienen) seine diesbezüglichen Untersuchungen und Anschauungen zusammen und veröffentlichte damit eine stattliche Reihe von specielleren Resultaten, in welchen ich zu einem grossen Theile eine werthvolle Bereicherung unserer betreffenden Kenntnisse erblicke, zugleich aber auch allgemeinere Auffassungen, welche den meinigen fast in jeder Hinsicht diametral entgegenstehen.

Während für mich und die Mehrzahl der Morphologen die niederen Vertebraten den Schlüssel für die Erkenntniss der bezüglichen Verhältnisse geben, hält His sich dabei in erster Linie an „den menschlichen Embryo, der auch in mancher Hinsicht sehr viel einfachere und typischere Verhältnisse darbietet, als die Embryonen niederer Wirbelthierklassen"[1]). Und während ich ferner wie viele Morphologen der Ansicht war, dass dieses feinste System des thierischen Körpers mit unseren bisherigen stumpfen Mitteln namentlich auf Seite seiner Entwickelung noch sehr unzureichend erkannt sei, findet gerade His, dass Hensen's geistvolle Hypothese zu einer Zeit ausgesprochen werden konnte, „da unsere embryologische Untersuchungsmethodik noch sehr primitiv war, und da man in Rücksicht hierauf die Möglichkeit zugeben konnte, dass feine Faseranlagen vorhanden sein möchten, die wir nicht zu sehen vermögen. Jetzt ist eine derartige Annahme nicht mehr gestattet. Mit unseren gegenwärtigen Färbungs- und Schneidemethoden sind wir sicher, auch die feinsten Elementartheile zur Anschauung bringen zu können, und überdies sind die Nervenfasern, wenn sie einmal da sind, gar nicht übertrieben fein, sondern sie stellen Fäden dar von einer bestimmten Stärke und von sehr charakteristischem Aussehen"[2]). — Endlich aber hält er unverändert seine bisherigen Anschauungen über das Auswachsen der Nervenfaser nach der Muskelfaser hin und die sekundäre Verwachsung beider fest und schärft noch den Gegensatz zwischen seiner Auffassung und den einen primordialen Konnex beider Elemente betonenden Hypothesen. „Man ist im Allgemeinen geneigt", sagt er[3]), „die Innervation dieser Theile" (Herz, Oesophagus, Magen) „durch den Vagus dadurch zu erklären, dass dieselben ursprünglich dem Kopfe angehört oder doch demselben nahe gelegen haben. Sie sollen dann bei ihrer Dislocation den

1) Archiv f. Anat. u. Entwickelungsgesch. 1887 p. 445.
2) Verhandl. d. Anatomischen Gesellsch. in Würzburg 1888 p. 11.
3) Abhandl. der math. phys. Klasse der K. S. Gesellsch. d. Wissenschaften zu Leipzig 1888 p. 386.

Nerven mit sich genommen haben. Diese Auffassung, die ich selber lange Zeit vertreten habe, ist bei genauerer Ueberlegung nicht stichhaltig. Der Nerv geht mit der Hauptmasse seiner Fasern direkt in den Rumpf hinein und er versieht solche Theile, die diesem von Anbeginn ab angehört haben. Die Trachea, das Speiserohr, der Magen und ebenso der Vorhof des Herzens haben niemals zum Kopfe gehört. Die Grenze des embryonalen Kopfgebietes ist im visceralen System durch den Rand des vierten Bogens bezeichnet und, auf die bleibenden Organe bezogen, schneidet dieselbe zwischen dem Schild- und dem Ringknorpel des Kehlkopfes durch.“ Auf dem Wege nach ihren Endorganen können die Nerven — und es handelt sich hierbei nach His nicht nur um den Vagus, sondern um alle Nerven — durch ihnen im Wege gelegene Widerstände, z. B. Blutgefässe, Knorpel oder überhaupt verdichtete Stellen, abgelenkt werden, sie können durch diese Widerstände auch zur Theilung veranlasst werden[1]. Andererseits bedingt die Krümmung des embryonalen Leibes ein strahliges Zusammenlaufen der nach den Gliedmaassen hin auswachsenden Nervenbahnen[1]. Wie ausserordentlich gross auch die schliessliche Komplikation im Aufbau des Nervensystems ist, wie dessen Leistungen auch auf das Allerfeinste abgemessen und in einander gepasst erscheinen, so geht doch hervor, dass bei seinem Aufbau „Principien allereinfachster Art in Betracht kommen. Wir können uns in der That kaum einen einfacheren Vorgang denken, als dass von einer Zelle aus ein Faden so lange weiter wächst, bis er schliesslich auf ein Endorgan stösst, oder bis sein Weiterwachsen überhaupt aufhört. Wir können uns nichts anscheinend Gröberes denken, als dass bei diesem Auswachsen der Fasern äussere im Wege liegende Hemmnisse, Gefässe, Knorpel und die im Gehirn vorhandenen Gerüstfasern, die Richtung beeinflussen und damit das endgiltige Auslaufen der Fasern bestimmen. Nichts Einfacheres giebt es ferner, als die Thatsache, dass, wenn verschiedene Bahnen unter einem Winkel zusammenstossen, sie theils ineinanderfliessen, theils sich durchkreuzen“[2].

Seitdem sind mehrere weitere Arbeiten über die Histogenese des Nervensystems erschienen, welche aber fern von Uebereinstimmung sind. Die einen Autoren bekennen sich zu ähnlichen Anschauungen wie His, die anderen treten für einen Aufbau der Nervenfasern aus an einander gereihten Zellen ein, noch andere reden der weiteren Ausbildung von Anfang an präformirter protoplasmatischer oder nervöser Zusammenhänge das Wort. von Kupffer, der die von His vertretene Lehre vom Auswachsen der Nervenfasern aus embryonalen Nervenzellen bereits 1857 begründete und seitdem den Anhängern derselben als feste Stütze galt, sagt 1894[3]: „Meiner Ansicht nach befinden wir uns am ersten Anfange einer Entwickelungsgeschichte des peripheren Nervensystems. Von den vielseitigen Schwierigkeiten der Aufgabe bin ich durchdrungen und wünsche daher, dass die nachfolgenden Untersuchungen auch nur als ein Beitrag zur Förderung eines sehr verwickelten Problems angesehen werden möchten, zu dessen Lösung ja die vergleichende Embryologie vorwiegend berufen ist, sofern

1) A. a. O. 1888 p. 385, 386, 387.

2) A. a. O. 1888 p. 389.

3) Die Entwickelung des Kopfes von *Ammocoetes Planeri*. München und Leipzig 1894 p. 65.

sie dabei phylogenetische Gesichtspunkte nicht aus dem Auge lässt", und modificirt seine früheren Ausführungen dahin, dass er die peripherischen Nervenanlagen im Anfange aus Ketten von Zellen bestehen lässt, welche Ausstülpungen des Centralorgans darstellen und mindestens dreierlei Zellen verschiedener Dignität, Neurocyten, Spongiocyten und Gliazellen, aufweisen; diese primitiven Ketten geben für ihn gleichsam nur die Leitbahnen ab, längs welchen die Fibrillen in der einen oder anderen Richtung vorwachsen.[1]).

Inzwischen war der Untersuchungstechnik des feineren Baues des Nervensystems durch die GOLGI'sche Chrom-Silber- und Chrom-Osmium-Silber-Methode (1873 und 1886) und die EHRLICH'sche Methylenblau-Methode (1886) eine Förderung allerersten Ranges zu Theil geworden. Ein Jeder weiss, welche hochbedeutenden Aufschlüsse wir der konsequenten Anwendung dieser technischen Methoden verdanken, welche Bereicherung unserer neurologischen Kenntniss durch die mit denselben ausgeführten zahlreichen Arbeiten von GOLGI und seinen Schülern, von RAMON Y CAJAL, KÖLLIKER, v. LENHOSSÉK, BIEDERMANN, VAN GEHUCHTEN u. A. und durch die bewunderungswürdige Reihe der Veröffentlichungen von G. RETZIUS zu Theil wurde.

Auch auf histogenetischem Gebiete wurde mit diesen Methoden gearbeitet und die bisher namentlich von R. Y CAJAL, v. LENHOSSÉK und RETZIUS gewonnenen Resultate erscheinen als eine Bestätigung der HIS'schen Lehre vom freien Auswachsen der Nerven; insbesondere wird die CAJAL'sche Wachsthumskeule (Cône d'accroissement) als das sichere Zeichen eines gut abgegrenzten peripherischen Endes der heraussprossenden Nervenfaser und damit auch als das Beweisstück für die sekundäre Vereinigung des Nervenendes mit der Muskelfaser aufgefasst. HIS, wenn ich ihn recht verstehe, erblickt in der peripherischen Verdickung schon die Anlage des Endgeweihes, das seine Muskelfaser aufsucht, um dann mit ihr in Kontakt zu treten.

Eine solche Art der Herstellung des Verbandes von Nerv und Muskel hat natürlich auch diejenigen Autoren, welche dieselbe durch die ontogenetische Untersuchung als erwiesen ansehen, nach der physiologischen Seite hin beschäftigt. Wie ist das zielbewusste Auftreten des sich entwickelnden Nerven zu erklären? Welcher Spiritus rector führt die Tausende und Millionen von Nervenfasern immer richtig zu ihren speciellen Endorganen?

Bekanntlich ist die Erklärung auf mehrfache Weise versucht worden[2]). Für W. HIS sen. bilden die nach einer bereits praestabilirten Harmonie der Entwickelung bestimmten Loci minoris resistentiae die Bahnen, in welchen der Nerv peripherwärts wächst. W. HIS jun. fügt dem noch hinzu, dass die wandernden Nervenzellen auch nach den Stellen besserer Ernährungsbedingungen hinwachsen. RAMON Y CAJAL acceptirt gleichfalls die Theorie von HIS sen., lässt aber zugleich von den einzelnen Muskelfaseranlagen gewisse Stoffe absondern, welche für die einzelnen Nervenfasern specifische Lockmittel darstellen und sie in chemotaktischer Weise veranlassen, gerade

1) A. a. O. p. 75.

2) M. v. LENHOSSÉK stellt diese Hypothesen in seinem Feineren Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen. Berlin 1895, auf p. 95—97 zusammen und fügt kritische Bemerkungen bei.

die ihnen specifisch zugehörigen Muskelfasern aufzusuchen. Strasser endlich nimmt an, dass während der Entwickelung in den Neuroblasten positive, in den Muskelfaseranlagen negative elektrische Spannung entstehe, wodurch beide Theile sich direkt anziehen und die sich dadurch verlängernden Nervenfasern zu den Muskelfasern hinführen; v. Lenhossék bemerkt zu dieser letzten Theorie mit Recht, dass man aber hierbei jeder einzelnen Faser eine specifisch angepasste elektrische Spannung zuertheilen müsse, damit der Verband in der bestimmt normirten Weise stattfinde.

Ueber die speciellere Ausbildung des peripherischen Verbandes von Nervenfaserende und Muskelfaser ist seit meiner Zusammenstellung von 1887 eine Anzahl von Arbeiten (namentlich von Lawdowski, Mitrophanow, Trinchese, Mays, v. Thanhoffer, Weiss et Dutil) erschienen, welche aber zu keinen einheitlichen Resultaten kommen: bald wird die Herstellung eines Verbandes der nervösen Endplatte mit der Muskelfaser, bald die des Nerven mit der Endplatte (welche danach eine Produktion der Muskelfaser darstelle), bald endlich die Verbindung von Nervenfaser und Muskelfaser unter Interpolation einer sog. Endzelle beschrieben.

Es leuchtet nach alledem ein, dass wir auch nach den Arbeiten der 9 letzten Jahre von einer definitiven Lösung des Problems noch weit entfernt sind. Alle die von mir schon 1887 erwähnten Möglichkeiten der Ausbildung des Verbandes zwischen Nerv und Muskelfaser werden vertreten und bald diese, bald jene mit grösserer oder geringerer Bestimmtheit als die einzig richtige hervorgehoben. Der eine Autor (z. B. v. Kupffer) äussert sich mit der grössten Vorsicht und betont, dass wir uns angesichts der Schwierigkeit der Aufgabe, zu deren dereinstiger Lösung die mit phylogenetischen Gesichtspunkten arbeitende vergleichende Embryologie vorwiegend berufen sei, noch am ersten Anfange einer Entwickelungsgeschichte des peripherischen Nervensystems befinden, der andere (z. B. His) findet unsere technischen Methoden so vollendet, dass wir sicher sind, in der Entwickelung des Nervensystems auch die feinsten Elementartheile zur Anschauung zu bringen, erblickt in dem menschlichen Embryo das geeignete Objekt, welches in mancher Hinsicht sehr viel einfachere und typischere Verhältnisse als die Embryonen niederer Wirbelthiere darbietet, kann sich kaum einen einfacheren Vorgang als das Wachsthum des Nerven denken und trägt seine Anschauungen von den Entwickelungsbahnen der Nerven und ihren Verbindungen mit den Muskeln mit einer alles Andere ausschliessenden Zuversicht und Gewissheit vor.

Da His gerade diejenige Anschauung vertritt, welcher ich von allen die geringste Wahrscheinlichkeit zuschrieb, so ist jetzt meine Aufgabe, seine Argumente und die sonstigen Verhältnisse, welche sie stützen könnten, des Genaueren anzusehen und auf ihren wirklichen Werth zu prüfen.

Wie bei jeder wissenschaftlichen Frage, handelt es sich auch in der vorliegenden um Beobachtung und Reflexion; bei letzterer spielen gerade hier physiologische Erwägungen eine sehr wesentliche Rolle.

Mit gewissen Fragestellungen tritt der Untersucher an die Aufgabe heran und sucht dieselben auf dem Wege der Beobachtung und, wo dies angezeigt ist, des Versuches zu beantworten. Diese empirische Thätigkeit bildet die Basis für die

Antwort; je gewissenhafter, nüchterner und umsichtiger sie ausgeübt wurde, um so sicherer ist das Fundament. Leicht kann auch ein ganz anderes Gebäude emporwachsen, als der Untersucher bei seinen ersten Konceptionen sich träumen liess; dann darf er nicht schwerfällig sein. Aber dieser erste Theil der Arbeit, an dem Auge und Hand den sichtbarsten und hauptsächlichsten Antheil haben, darf keinen Augenblick auf die höhere Thätigkeit jenes Organes verzichten, das hinter den Augen sitzt, seine Impulse empfängt, weiter verarbeitet und zugleich den manuellen Theil der Aufgabe beherrscht. Dieses, wenn hinreichend geschult, ist dem Irrthum weit weniger unterworfen als unsere Sinne und unsere Technik. Wahre Exactität in der Wissenschaft ist ohne unausgesetzte Grosshirnthätigkeit nicht zu denken.

Es giebt durch viele Decennien erprobte und so durch und durch erkannte technische Methoden, dass der Untersucher sich ihnen nahezu unbedingt anvertrauen darf; die meisten feineren und namentlich die bei der vorliegenden Aufgabe in Frage kommenden verlangen aber noch die stete Kritik und die Prüfung auf den Umfang ihrer momentanen Leistungsfähigkeit, auf die Grenzen ihres jeweiligen Könnens. Es ist eine Ueberschätzung unserer Technik, wenn His behauptet, dass die gegenwärtigen Färbungs- und Schneidemethoden uns Sicherheit geben, auch die feinsten Elementartheile zur Anschauung zu bringen, es ist ferner ein nicht berechtigter Ausspruch, wenn er sagt, dass die Nervenfasern, wenn sie einmal da sind, gar nicht übertrieben fein sind, sondern Fäden von einer bestimmten Stärke darstellen, und endlich eine theilweise Umkehrung des Sachverhaltes, wenn er dem menschlichen Embryo in mancher Hinsicht sehr viel einfachere und typischere Verhältnisse zuschreibt als den Embryonen niederer Wirbelthierklassen. Selbst ausgebildete Nerven besitzen neben gröberen Fasern solche von einer fast unmessbaren Feinheit, und was beim Menschen einfach aussieht, ist erst durch sekundäre Veränderung scheinbar einfach geworden, jedenfalls aber nicht als primär einfach und typisch aufzufassen.

Die von His geübte Technik ist, wenn ich nicht irre, die gewöhnliche, bei embryonalen Untersuchungen gebräuchliche. Seine Präparate sind wiederholt gesehen worden; aber die Beobachter scheinen nicht darüber einig zu sein, dass sie das in einer jeden Zweifel ausschliessenden Weise erhärten, was His behauptet.

In den Methoden von Golgi und Ehrlich besitzen wir aber zwei Verfahren, welche unsere Kenntniss vom Baue des Nervensystems mit einem Schlage zu einer höheren Stufe erhoben, welche eine neue Epoche in diesem Gebiete begründeten. Wenn so Grosses errungen wurde, dann glaubt der Mensch leicht, nun sei Alles gewonnen. Das liegt in der menschlichen Natur, und wie in allen Gebieten des Wissens, so hat es sich auch auf morphologischem Gebiete sehr viele Male ereignet, dass man bald da, bald dort meinte, man hätte das Ziel bereits erreicht, bis dann die kommende Zeit zeigte, dass noch ein gutes Stück Weges zwischen der eben gewonnenen Etappe und dem Endpunkte sich befindet. Auch der von mancher Seite geübten Ueberschätzung der jetzigen grossen Errungenschaften auf dem nervösen Untersuchungsgebiete wird die Korrektur durch die Zeit nicht fehlen; aber schon jetzt giebt es manche Stimme und manche Anzeichen dafür, dass diese Methoden

ganz Ausserordentliches, aber nicht Alles leisten, und gerade der Begründer der einen, Golgi, hat in diesem Stücke trotz seiner glänzenden Resultate ein sehr weises Maasshalten und den wahrhaft grossen Sinn des Forschers gezeigt. Von der eigentlichen Histochemie der Golgi'schen Methode und dem innersten Wesen ihrer Einwirkung auf das Nervensystem wissen wir nicht viel; wir wissen nicht, warum sie an der einen Stelle so viel leistet, an der anderen versagt, aber wir wissen aus dem Munde der geübtesten und erprobtesten Techniker, dass sie bei jüngeren Embryonen besonders kapriciös ist und wahrscheinlich vieles, was zum Nervensystem gehört, nicht markirt.

Oben (p. 734) gab ich an, dass mehrere Autoren die Cajal'sche Wachsthumskeule als das wirkliche, freie, stumpfe Ende der wachsenden Nerven auffassen. Vergleiche ich die betreffenden Angaben und Abbildungen bei R. y Cajal, v. Lenhossék und Retzius, so finde ich diese Wachsthumskeulen in der Regel nicht glatt, sondern mit feinen Zacken endend, und Retzius bildet sogar solche ab, von denen äusserst feine und ziemlich lange, verzweigte Fasern ausgehen. Das gewährt nicht das Bild eines motorischen, nach der Muskelfaser hin auswachsenden Nervenendes, sondern macht vielmehr den Eindruck, dass das Golgi'sche Verfahren in dem einen Falle eine kürzere, in dem anderen eine längere Strecke der von der keulenförmigen Verdickung ausgehenden feinen Nervenfasern (Theilfasern) schwärzte. Durch diese Präparate ist eine sichere Grenzbestimmung, der Beweis für ein freies Ende des sich entwickelnden Nerven meines Erachtens nicht gegeben. Rechne ich dazu, dass die zuverlässigsten Untersucher über die Entwickelung der motorischen Nervenendigung dieselbe zuerst als einfachen rundlichen oder ovalen Fleck auftreten und erst nach der unzweifelhaften Ausbildung des festen Verbandes zwischen Nerven- und Muskelfaser sich geweihartig verästeln sehen, so wird auch in dieser Hinsicht der Vergleichung der verzackten Wachsthumskeule mit einem Nervenendgeweih der Boden entzogen. Was diese Anschwellung bedeute, vermag ich mit einiger Bestimmtheit nicht zu sagen; ich neige aber dazu, sie vielleicht als die jedesmalige Stelle zu deuten, an welcher sich der nach der Peripherie fortschreitende Wachsthumsstrom staut, ehe er die peripher daran anschliessende primordiale und äusserst feine Nervenstrecke (resp. die Strecken der Nervenverzweigungen) in seinen Wachsthums- und Verdickungsprocess einschliesst. Nach dieser Deutung würde die Wachsthumskeule keine fixe Bildung vorstellen, sondern successive sich in dem Maasse peripherwärts verschieben, als der Nerv aus seinem feinsten, auf die Golgi'sche Methode noch nicht oder kaum reagirenden Vorstadium, in seinen mehr definitiven Zustand übergeht.

Um die ontogenetische Ausbildung der motorischen Nervenendigung habe ich mich vor Jahren lange bemüht, aber vergeblich. Ich kam nicht so weit, um zu entscheiden: sie entsteht durch sekundären Kontakt von Nerv und Muskel oder der Verband (gleichviel ob per contiguitatem oder per continuitatem) ist bereits da und bildet sich nur weiter aus. Arbeiten anderer Art haben mich danach von der Fortsetzung dieser Untersuchungen abgezogen. Wie die oben gemachten Mittheilungen (p. 735) zeigen, herrschen aber auch bei denen, die sich inzwischen diese Frage specieller angelegen sein liessen, grosse Differenzen. Die neuesten Untersucher

(Weiss et Dutil) sagen zwar[1]): Les fibres nerveuses prennent contact, par des pointes fines, avec les fibres musculaires adjacentes, aber das „prennent contact“ ist eine Aeusserung, die sowohl im Sinne einer sekundären Verbindung als eines bereits bestehenden Verbandes aufgefasst werden kann, und die Verbindung „par des pointes fines“ widerspricht direkt der von den oben erwähnten Autoren gegebenen Deutung der Wachsthumskeule. Derjenige Untersucher aber, der auf diesem Gebiete die grösste Erfahrung besitzt und seine eigenen Untersuchungen am gewissenhaftesten kontrollirt hat, Mays[2]), konnte, wie sehr er es auch wünschte, unter zahlreichen Präparaten nicht eines herstellen, welches die wirkliche Vereinigung ursprünglich getrennter Nerven und Muskelfasern bewiesen hätte.

Die bisher vorliegenden Untersuchungen berechtigen uns somit gegenüber His nur zu dem Ausspruche, dass unsere bisherigen technischen Methoden in keiner Weise ausgereicht haben, um die vorliegende Frage zu entscheiden, dass wir somit nach wie vor nur theoretisch die Wahrscheinlichkeiten erwägen können, welche für eine sekundäre Verbindung ursprünglich getrennter und von einander entfernter Muskelfasern oder für eine bereits präformirte Kontiguität oder Kontinuität beider sprechen. Ich befinde mich somit ganz im Einklange mit der vorsichtigen Auffassungs- und Ausdrucksweise v. Kupffer's.

Von den angeführten Hypothesen dürfte diejenige, welche eine sekundäre Verbindung ursprünglich getrennter und von einander entfernter Nerven- und Muskelelemente annimmt, zur Zeit die meisten Anhänger zählen. Zum Theil mag das an den fortgesetzt und immer mit der gleichen Ueberzeugungstreue wiederholten Behauptungen von His liegen, zum Theil auch in gewissen Befunden der Golgi'schen und Ehrlich'schen Methode, welche, namentlich im centralen Nervensystem, die von ihr imprägnirten oder gefärbten Nervenfasern in einiger Entfernung von den benachbarten, mit ihnen im physiologischen Konnexe stehenden Ganglienzellen frei endigen lassen. Man meinte, dass das, was sich mit den angegebenen Methoden nicht imprägnire oder färbe, auch in Wirklichkeit nicht existire, baute auf den negativen Befund die Hypothese, dass zwischen diesen Theilen weder ein Kontakt noch ein direkter Verband existire, und kam zu dem Schlusse, eine physiologische Wirkung des Nervenstromes in distans, etwa nach Art eines frei überspringenden elektrischen Funkens anzunehmen[3]). Dass damit für eine geregelte und die vorhandenen Kräfte nach Möglichkeit ausnützende Wirkung die geringsten Kautelen gegeben seien, machte weiter keine Beschwerde.

---

1) Weiss, G. et A. Dutil, Sur le développement des terminaisons nerveuses dans les muscles à fibres striées. Comp. rend. Acad. Sc. Tome 121 p. 613—615. Paris 1895.

2) Mays, K., Ueber die Entwickelung der motorischen Nervenendigung. Zeitschr. f. Biologie. XXIX. p. 41—85. München 1892.

3) Aber gerade hier ist nicht ausser Acht zu lassen, dass Golgi mit seinen immer mehr vervollkommneten Methoden gerade in diesem Jahrzehnt die Endvertheilungen der Nerven im centralen Nervensystem bis zur Bildung eines bisher nicht oder nur ganz ungenügend gekannten diffusen nervösen Netzes von höchster Feinheit und Komplikation bis zum Kontakte mit anderen Nervenzellen und ihren Ausläufern verfolgte, und zugleich die Möglichkeit hervorhebt, dass durch noch zartere Behandlungsweisen Verbindungen durch Verschmelzung der direkten Beobachtung in noch grösserem Maassstabe zugänglich gemacht werden können (1891).

His hat sich aber auch von jeher ganz besonders als denjenigen unter den Anatomen und Embryologen zu erkennen gegeben, welcher mit der physiologischen Betrachtungsweise arbeitet, hat es beklagt, dass seine Vorschläge zu einer friedlichen Auseinandersetzung physiologischer und phylogenetischer Forschungsweise vom gegenüberstehenden Lager kurzer Hand abgewiesen worden seien, und die Ueberzeugung ausgesprochen, dass die ernsthaften Forscher auf dem Gebiete der Phylogenese mehr und mehr dahin gelangen werden, die Vortheile zu erkennen, welche die physiologische Betrachtungsweise auch ihnen gewähren kann, und dass sie die Einsicht gewinnen werden, wie erst das Zurückgreifen auf die physiologischen Bedingungen der Formbildung den vollen Ueberblick über die möglichen Varianten giebt und wie dasselbe zum Einblick führt in die gesetzmässige Abhängigkeit der verschiedenen Formeigenthümlichkeiten von einander[1]).

Jeder Phylogenetiker wird ihm hinsichtlich des letzten, die Vortheile der physiologischen Betrachtungsweise hervorhebenden Passus gern zustimmen; durch rationelle physiologische und mechanische Principien und von ihnen geleitete Untersuchungen kann die Entwickelungsgeschichte, überhaupt die Morphologie des lebenden Organismus nur gewinnen. Es ist aber ein einfacher Akt der historischen Gerechtigkeit, wenn ich betone, dass die Phylogenetiker diese Einsicht nicht erst erlangen werden, sondern schon längst besessen haben, und dass sie sich nicht gegen ein friedliches Zusammenarbeiten der phylogenetischen und physiologischen Methode, sondern nur gegen diejenige physiologische Betrachtungsweise ausgesprochen haben, deren sich His bediente.

Man lese die Untersuchungen Gegenbaur's von den Arbeiten aus den 60er Jahren an bis auf den heutigen Tag, und man wird finden, in welcher bewunderungswürdigen Weise dieser grosse Morpholog und Phylogenetiker — der sich natürlich dabei klar und bestimmt gegen die kritiklose Vermengung morphologischer und physiologischer Gesichtspunkte zum Zwecke der Homologie-Bestimmungen ausspricht — immer und immer wieder auf das aktive Zusammenwirken der verschiedenen funktionirenden Organsysteme, auf das lebendige Werden der verschiedenen Differenzirungsvorgänge und auf die physiologische Begründung der Korrelationen Bedacht genommen[2]). Und nicht minder hat der Begründer der Phylogenie, Haeckel, unausgesetzt auf die mechanische, physiologische Erforschung des Problems hingewiesen; schon durch die Einführung phylogenetischer Fragestellung, durch die Unterscheidung zwischen Cänogenie und Palingenie wurde die ontogenetische Forschung gerade nach der physiologischen Seite hin ungemein vertieft, befruchtet und belebt.

Allerdings hat die phylogenetische Richtung gegen die von His in die Embryologie eingeführte „physiologische“ Forschungsweise scharf Stellung genommen. Und warum? Weil sich das morphologische, namentlich aber das physiologische

---

1) A. a. O. 1887 p. 437.

2) Ich verweise auch auf die neuere Veröffentlichung Gegenbaur's über das Archipterygium der Fische (Morph. Jahrb. XXII 1894 p. 157), wo Gegenbaur bei der Beurtheilung der verschiedenen ontogenetischen Auffassungen das physiologische Moment über das morphologische stellt und letzteres von ersterem beherrschen lässt.

Gewissen der Phylogenetiker dagegen sträubte, diese Art von physiologischem Import in die Wissenschaft anzunehmen[1]).

Und ähnlich ergeht es mir leider auch mit der von His gegebenen „physiologischen“ Erklärung der Wachsthumsvorgänge des Nervensystems, mit seinen Anschauungen über die Vereinigung von Nerv und Muskel. Einfach allerdings verlaufen diese Vorgänge, so wie His sie darstellt, verblüffend einfach. Es giebt in der That kaum einen einfacheren Vorgang, „als dass von einer Zelle aus ein Faden so lange weiter wächst, bis er schliesslich auf ein Endorgan stösst oder bis sein Weiterwachsen überhaupt aufhört“; alle die grossen Komplikationen und Schwierigkeiten, welche der Lehre von dem primordialen Zusammenhang von Muskel und Nerv erwuchsen, sind durch die His'sche Theorie des freien Auswachsens in den Bahnen der loci minoris resistentiae, so lange kein Widerstand kommt, und des Treffens und Findens ursprünglich ganz auseinander liegender Theile mit einem Schlage gelöst. Simplex sigillum veritatis. Wenn die grösstmögliche Simplicität der Vorgänge allein die Wahrheit bestimmt, so ist sie allerdings hier gefunden.

Aber so einfach liegt die Sache nicht, als es auf den ersten flüchtigen Blick den Anschein hat. Alle die Milliarden Nervenzellen und Endorgane aller der thierischen Individuen, die in den ungezählten Jahren der Vergangenheit lebten, an welche die Einheit einer der wichtigsten Funktionen des Körpers und, wenn wir die Frage auf das Zusammenwirken aller nervösen Elemente ausdehnen, überhaupt die einheitliche Regelung des Lebens sich knüpft, können sich nicht erst finden, weite Wege durchlaufend, keine den rechten Weg verfehlend und dabei in ihren millionenfachen specifischen Bahnen lediglich durch das Princip der geringeren oder grösseren mechanischen Widerstände, welche indifferente Gewebe ihnen darbieten, in ihrem Wachsthum beherrscht[2]). Das wäre kein natürlicher Vorgang, sondern, um mit einem v. Lenhossék'schen Worte zu reden, ein „Wunder“! Das haben auch die denkenden Naturforscher gefühlt. Und darum hat so Mancher die His'sche Theorie von vornherein abgewiesen[3]). Andere, die sich dem Einflusse seiner immer wiederholten bestimmten

---

1) Ich will nicht auf den alten, an unerquicklichen Seiten reichen Streit zwischen Haeckel und His eingehen; His' Archiblast- und Parablast-Theorie und seine verschiedenen mechanischen, dem feineren Wesen der organisirten Materie gänzlich fremden Umschreibungen der embryonalen Bildungsvorgänge sind nicht als Sieger aus diesem Kampfe hervorgegangen. Wie kann auch Derjenige, welcher u. A. den an einen Physiologen gerichteten Satz: (Unsere Körperform, Leipzig 1874 p. 43): „Während Du nicht im Stande sein wirst, Dir einen lebenden Thierkörper zu denken ohne Nervensystem, ohne Muskeln und ohne Drüsen, kannst Du Dir gar wohl einen solchen vorstellen, in welchem Bindegewebe, Knochen und Knorpel durch anderes Material von gleichen physikalischen Eigenschaften (durch Leder, Holz, Leinwand u. s. w.) ersetzt sind und in dem selbst an Stelle des Blutes eine Lösung bestimmter chemischer Stoffe kreist“, welcher einen solchen Satz, in welchem zahlreiche lebende Thiere von niederer Organisation als undenkbar, dagegen an einem lebenden Thierkörper physiologisch gänzlich undenkbare Verhältnisse als gar wohl vorstellbar hervorgehoben werden, im vollen Ernste ausspricht und drucken lässt, wie kann der erwarten, dass ihm auf solcher Grundlage der Phylogenetiker zustimmt! Das kann kein Morphologe, aber auch kein rechter Physiologe! — Ich verweise übrigens hinsichtlich der Beleuchtung aller dieser Fragen auf die ausführliche Beurtheilung von Seiten Haeckel's in dessen Zielen und Wegen der heutigen Entwickelungsgeschichte. Jena 1875 p. 20—35.

2) Gleich unannehmbar ist die Ableitung der peripherischen Konvergenz der Gliedmaassennerven von der embryonalen Rückenkrümmung.

3) Vergl. u. A. van Wijhe 1889 B. p. 468 Anm. 2.

Angaben nicht entziehen konnten, haben wenigstens Erklärungsversuche ersonnen, trophotaktischer (His jun.), chemotaktischer (R. y Cajal) und elektrotaktischer Art (Strasser), die freilich alle einseitig, gekünstelt und in jeder Beziehung unzureichend sind, und His sen. selbst hat, wenn ich ihn recht verstehe, die Empfindung gehabt, dass mit der blossen Annahme besserer Wachsthumsbahnen und Widerstände darbietender Stellen eigentlich nichts den Kern der Sache Treffendes gesagt sei, und hat darum zugefügt, dass diese Bahnen nach einer prästabilirten Harmonie geregelt seien. Mit diesem Leibnitz entlehnten Begriffe ist aber an die Stelle wissenschaftlich physiologischer Anschauung die teleologische, um nicht zu sagen die theosophische, getreten.

Man kann indessen versuchen, die mit diesem Worte wenig glücklich bezeichnete Sache — der consentement préétabli zwischen Leib und Seele wurde nach Leibnitz bekanntlich von Gott vorausbestimmt — verdaulicher zu machen, indem man sagt: die prästabilirte Harmonie dieser Bildungsvorgänge bedeutet die ontogenetische Rekapitulation von Geschehnissen, die sich vermöge der inneren Verwandtschaft von Nerv und Muskel palingenetisch bei den freilebenden Vorfahren von einfachsten Anfängen an zu immer höherer Vollkommenheit und Harmonie entwickelt und fixirt haben und nun als gesichertes Erbtheil den Nachkommen bereits in frühester embryonaler Zeit übermacht wurden.

Aber auch damit ist die Sache nicht zu retten. Wir müssen dann doch wieder ausgehen von zwar einfacher gebauten Thieren, deren betreffende Zellen aber, ursprünglich ohne jeden gegenseitigen Konnex im Körper liegend, sich erst sekundär aus der Ferne aufsuchten, in Verband setzten und nun erst als motorische Nervenzellen und von ihnen beherrschte Muskelzellen in Aktion traten. Was war vorher ihre Funktion? Waren sie schon vor der Vereinigung motorische Nervenzellen, d. h. Herren ohne Land, und Muskelzellen, d. h. bewegungsfähige Gebilde, denen aber die nervösen Impulse zur Bewegung fehlten[1])? Oder waren sie ursprünglich indifferente, von einander unabhängige Zellen, hundert, tausend getrennte Seelen in einer Brust, die erst sekundär nach Art einer Koloniebildung in funktionellen Verband zu einander traten? Und doch liegt das Vermögen zu empfinden und sich zu bewegen schon in dem einzelligen Organismus innerhalb derselben Zelle! Je mehr man sich in die Frage hineindenkt, je mehr man versucht, die sekundäre Verbindung ursprünglich getrennter und entfernter Zellen sich phylogenetisch zurecht zu legen, um so mehr wachsen die Schwierigkeiten, um nicht zu sagen, die Unmöglichkeiten. Und diese Schwierigkeiten erneuern sich mit jedem neuen Stadium, mit jeder neuen Vermehrung dieser Zellen, die sich dann immer wieder von Neuem in ungemessener Anzahl

1) Dass im vegetativen Systeme die Muskelzellen auch ohne direkte nervöse Impulse sich kontrahiren können, bildet selbstverständlich kein Moment, welches für die Annahme der sekundären Verbindung ursprünglich entfernter Nerven und Muskeln zu verwerthen ist. Ausserdem aber hat man auch hier mit dem überraschend grossen Reichthum an Nerven zu rechnen, welchen die neueren technischen Methoden dargethan haben, und wird daraufhin eine recht ausgedehnte Abhängigkeit der betreffenden Muskulaturen von dem cerebro-spinalen Nervensystem, die im Detail noch genauer zu untersuchen ist, annehmen dürfen. Bei den animalen willkürlichen Muskelfasern wird die natürliche Bewegung derselben immer erst durch von dem centralen Nervensystem ausgehende und in den motorischen Nervenfasern ihnen direkt übergeleitete Impulse ausgelöst, geregelt und bestimmt.

aufsuchen und finden müssen und dann erst einen einheitlichen Organismus bilden können!

Wie gerne ich es auch wünschen möchte, mit dem verdienten Leipziger Anatomen, mit dem ich in so mancher speciellen Frage mich eins weiss, auch auf diesem Gebiete mich zu finden, wie sehr ich principiell jeder Art von freundlichem Einvernehmen der verschiedenen Arbeitsmethoden zugeneigt bin — denn jede kann von der andern lernen, und viribus unitis gelingt die Bewältigung der grossen Aufgaben natürlich besser als unter fortwährenden Reibungen und Widerständen —, auf der vorliegenden Basis geht es nicht. Unsere principiellen Anschauungen, unsere sonstigen Auffassungen sind zu verschieden und die zwischen ihnen liegenden Widerstände können nur durch gesicherte, unzweifelhafte, eindeutige Untersuchungsresultate überwunden werden. Arbeite denn Jeder nach seiner Weise, so gut er eben kann, unbeirrt durch die Art des Anderen, mit dem steten Ausblick auf das grosse Ziel!

Ich vermag sonach jetzt ebenso wenig wie früher bei dem Zusammenwirken von Nerv und Muskel zu irgend einer Zeit eine Actio in distans anzunehmen; mindestens die direkte Nachbarschaft, die Berührung der Zellen und ihrer Derivate ist für mich Erforderniss. In ihr erblicke ich das morphologische Substrat ihrer physiologischen Zusammengehörigkeit. Ob hierbei die motorische Nervenfaser nur einen infolge der Muskelwanderung und Muskelvermehrung ausgezogenen und verästelten Fortsatz der Nervenzelle bildet, oder ob sie aus einer Kette direkt aneinander gereihter Zellen durch Verschmelzung derselben hervorgeht, kann ich bei dem jetzigen Stande unserer Untersuchungen nicht entscheiden. Aus theoretischen und der vergleichenden Anatomie entnommenen Gründen, denen ich aber keinen absoluten, ausschlaggebenden Werth beimesse, gebe ich der ersteren Annahme den Vorzug, werde mich aber gern durch jeden gesicherten Untersuchungsbefund auch vom Gegentheil überzeugen lassen. Von allen für diese Entscheidung in Frage kommenden Untersuchungen verspricht die Ontogenese der ventralen motorischen Nerven des *Amphioxus* die sichersten Aufschlüsse; hier sind diese Nerven zufolge der primordialen direkten Nachbarschaft der Seitenrumpfmuskulatur ganz kurz und entbehren auch der Markscheiden, lassen somit eine in doppelter Hinsicht einfache Entwickelung und Ausbildung ihres motorischen Endverbandes erwarten.

Ob die Verbindung zwischen motorischer Nervenfaser und Muskelfaser, überhaupt zwischen den verschiedenen nervösen Elementartheilen durch blossen Kontakt oder durch wirklichen Konnex geschieht, ist gerade jetzt mehr Streitfrage als je. Die Mehrzahl der Autoren scheint der Annahme eines blossen Kontaktes, somit dem minder innigen Verbande per contiguitatem zugeneigt zu sein; gegen sie, aber für die Kontinuität entscheidet die hohe Autorität GOLGI's. Aus physiologischen resp. physikalischen Gründen ist beides möglich. Der nervöse Strom braucht keine kontinuirliche Bahn; er kann auch, wie der analoge Fall der VOLTA'schen Säule zeigt, von Glied zu Glied überspringen. Doch verdient dabei ein Punkt Erwägung, den nament-

lich auch Golgi (1893) hervorhebt: die feine, wahrscheinlich durch Neurokeratin gebildete Bekleidung der Nervenzellen und Nervenfasern. „Das Vorhandensein jener Bekleidung, welche, wenn sie wirklich aus Neurokeratin besteht, eine isolirende Wirkung ausüben müsste, bildet für mich ein anderes, sehr bedeutendes Hinderniss gegen die Annahme der angeblichen Nervenströme durch Kontiguität“ (Golgi). Das ist auch für mich ein wesentlicher Grund gegen den blossen Kontakt, denn ich könnte nicht begreifen, warum von den beiden Möglichkeiten der Verbindung (Kontakt oder Konnex) gerade diejenige gewählt und ausgebildet sein sollte, welche einen grösseren Materialverbrauch und eine geringere physiologische Leistungsfähigkeit in sich vereint. Es giebt aber noch andere Gründe.

Dass die Mehrzahl der Autoren für einen Verband per contiguitatem eintritt, hat den sehr triftigen Grund, dass die neuere und bessere mikroskopische Technik an zahlreichen Stellen, wo man früher eine Kontinuität gefunden zu haben glaubte, nur eine Kontiguität wahrnehmen kann. Vor Allem haben die auf der Höhe der jetzigen Leistungsfähigkeit stehenden Untersuchungen von Retzius überzeugend dargethan, dass jene breiten Konnexe, die man früher z. B. an verschiedenen Sinneszellen etc. beschrieb, nicht existiren, dass man allenthalben die Zellen- und Nervenfaser-Grenzen deutlich nachweisen kann. Es fragt sich nur, ob mit jenen verfeinerten Befunden auch wirklich das Endziel erreicht ist. Jeder weiss, wie ausgebreitete Zellenverbände (verbindende Protoplasmabrücken, Protoplasmastränge) z. B. im Epithelgewebe oder im Knorpelgewebe existiren, wie lange es aber gedauert hat, bis über diese, jetzt auch dem jüngsten Anfänger sichtbaren Verbindungen Einigkeit erzielt war. Seitdem hat man auch bei anderen Geweben solche Zellverbände konstatirt und die Frage liegt nahe, ob nicht überhaupt alle Zellen, zwischen welchen physiologischer Konnex (nutritorischer oder regulatorischer oder irgend welcher anderen Art) besteht, auch morphologisch in entsprechender Weise verbunden sind. Und gerade das Nerven- und Muskelsystem, dessen einzelne Elemente in ihrem Zusammenwirken mehr als bei jedem anderen Organsystem auf einander angewiesen sind, sollte dieser Verbände entbehren? Das ist nicht wahrscheinlich. Man wird viel lieber annehmen, dass gerade hier solche Verbindungsfäden in höchster Ausbildung bestehen, wirklich vorhanden, aber so fein differenzirt und wegen der dünnen Zell- und Fasermembranen so kurz, dass es bisher noch nicht gelang, sie zur Anschauung zu bringen.

Es soll mich nicht wundern, wenn es dem systematischen Suchen danach, speciell der Zerlegung der ausgebreiteten Kontaktstellen — ich denke hierbei nicht bloss an die motorischen, sondern auch an die sensibeln und sensorischen Nervenendigungen und die verschiedenen centralen und peripherischen Verbände zwischen den einzelnen Neuronen oder Neurodendren — in feinste Querschnitte und unter Anwendung der geeigneten Tinktionsmittel und der besten Systeme gelingen wird, auch diese Verbände zur Anschauung zu bringen[1]). Mit diesen Verbindungen ist

1) Ich möchte, speciell die motorische Nervenendigung betreffend, zugleich daran erinnern, dass von verschiedenen Autoren feinste, von ihr aus in die Muskelsubstanz ziehende Fäden beschrieben worden sind, ohne freilich bei anderen Untersuchern Zustimmung und Unterstützung zu finden.

aber nicht bloss das Mittel für das beste, promptestе und am meisten ungestörte Zusammenwirken der beiden Komponenten, sondern auch die beste Schutzvorrichtung für den geregelten und unveränderten funktionellen Zusammenhang beider gegeben, denn es bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung, dass ein solcher Verband durch lebende, aktive Gewebssubstanz auch in dieser Hinsicht unvergleichlich mehr leistet als die festesten zwischen beide Theile eingeschobenen Kittmassen, welche überdies nur wieder neue Hemmnisse für das physiologische Zusammenarbeiten geben würden.

Aus diesen Gründen bin ich, ohne mich gegen die Annahme eines blossen Kontaktes absolut ablehnend zu verhalten, sehr geneigt, der Hypothese von dem Verbande der Nerven- und Muskelfaser per continuitatem den Vorzug zu geben, wenn ich mir auch klar bin, dass die thatsächlichen Beobachtungen für die Existenz desselben noch erbracht werden müssen. Und diese Verbände der einzelnen Elemente fasse ich nicht als etwas erst sekundär erworbenes, sondern mit Hensen als bereits primordiale, mit den Anfängen der Eifurchung präformirte und danach nur weiter ausgebildete und specialisirte Zusammenhänge auf. Damit ist die Einheit in den Entwickelungsvorgängen gewahrt, während die Annahme einer vorausgehenden totalen Scheidung der Theilprodukte der Eizelle und einer nachfolgenden partiellen Verbindung derselben eine schwer verständliche Diskontinuität in diese Entwickelungsbahnen bringen würde.

Dass hinsichtlich der faktischen Nachweise dieser primordial präformirten Verbände (unvollständigen Zelltheilungen) noch manche Desiderate bestehen, habe ich früher und jetzt zur Genüge hervorgehoben; angesichts der theoretischen Nothwendigkeit dafür dürfte aber der programmatische Verweis auf das, was noch zu thun ist, mehr am Platze sein als die zuversichtliche und bei unserem jetzigen Wissen zugleich von allzu grosser Genügsamkeit zeugende Aeusserung, dass hier schon Alles gethan sei.

Dass diese Persistenz des primordialen Zusammenhanges so vieler Zellen und und Zellabkömmlinge ein Netz von unbegreiflicher Komplikation und damit ein Hinderniss für jeden weiteren Entwickelungsvorgang ergeben würde, halte ich für eine übertriebene Vorstellung. Für die eminente, in diesem Umfange wohl von den Meisten nicht geahnte, aber ohne Behinderung der sonstigen Funktionen ausgebildete Komplikation dieses Netzes haben die durch Golgi gewonnenen Aufschlüsse die glänzende Bestätigung gegeben; es ist klar, dass alle diese Verbände sich nach dem Kausalnexus, nach dem Bedürfnisse regeln und ordnen und dass damit Vieles fällt, was nicht nöthig ist oder was für die sonstige Entwickelung des Organismus hinderlich wird. Dafür sorgt schon der Kampf der Theile im Organismus, dafür sorgt der Kampf des gesammten Organismus um seine Existenz.

Auf ein weiteres Eingehen auf diese Frage verzichte ich jetzt und verweise zugleich auf das Detail meiner früheren Ausführungen aus dem Jahre 1887. Vielleicht bietet sich mir auch an anderer Stelle Gelegenheit, an das dort und hier Gesagte anzuknüpfen.

Litteratur-Verzeichniss.

A.

Adolphi, A., Ueber Variationen der Spinalnerven und der Wirbelsäule anurer Amphibien. I. Bufo variabilis. Morph. Jahrb. XIX. p. 313—375. Leipzig 1892/93. II. Pelobates fuscus und Rana esculenta. Ibidem XXII. p. 449—490. Leipzig 1895.

Ahlborn, Fr., Untersuchungen über das Gehirn der Petromyzonten. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXXIX. p. 191—294. Leipzig 1883.

—— Ueber den Ursprung und Austritt der Hirnnerven von Petromyzon. Ibidem XL. p. 286—308. Leipzig 1884. A.

—— Ueber die Segmentation des Wirbelthierkörpers. Ibidem XL. p. 309—330. Leipzig 1884. B.

Albrecht, P., Beitrag zur Morphologie der M. omo-hyoides und der ventralen Interbranchialmuskulatur in der Reihe der Wirbelthiere. Inaug.-Diss. Kiel 1876.

—— Ueber den Proatlas, einen zwischen dem Occipitale und dem Atlas der amnioten Wirbelthiere gelegenen Wirbel. Zool. Anz. III. p. 450—454, 472—478. Leipzig 1880.

—— Note sur le Basioccipital des Batraciens anoures. Bullet. Mus. Royal d'Hist. nat. d. Belgique. II. p. 195—198. Bruxelles 1883.

Allis, E. Ph., The Cranial Muscles and Cranial and first Spinal Nerves in Amia calva. Journ. of Morph. XI. p. 485—491. Boston 1895.

Anderson, R. J., The Morphology of the Omohyoid Muscle. Trans. Ulstern Med. Soc. The Dublin Journal of Medical Science. Vol. 72. p. 171—184. Dublin 1881.

Arnold, Fr., Der Kopftheil des vegetativen Nervensystems beim Menschen. Heidelberg und Leipzig 1831.

Ayers, H., Concerning Vertebrate Cephalogenesis. Journ. of Morphol. IV. p. 221—245. Boston 1890.

B.

Bach, C. E., Annotationes anatomicae de nervis hypoglosso et laryngeis. Inaug.-Diss. Zürich 1834.

Balfour, F. M., On the Spinal Nerves of Amphioxus. Journ. Anat. and Phys. X. p. 689—692. Cambridge and London 1876.

—— On the Development of Elasmobranch Fishes. Continuation. Journ. Anat. and Phys. XI. p. 406—490. London and Cambridge 1878. Reprinted in the Memorial-Edition of the Works of Francis Maitland Balfour. Vol. I. p. 378 f. London 1885.

—— On the Spinal Nerves of Amphioxus. Quart. Journ. Micr. Sc. (N. S.) XX. p. 90, 91. London 1880.

—— A Treatise on Comparative Embryology. I. II. London 1880. 1881. — Deutsch von B. Vetter unter dem Titel: Handbuch der vergleichenden Embryologie. I. II. Jena 1880. 1881.

Bamberg, C. T., De avium nervis rostri atque linguae. Diss. inaug. Halis 1842.

Baur, G., Ueber den Proatlas einer Schildkröte (Platypeltis spinifer). Anat. Anz. X. p. 349—354. Jena 1895.

Beard, J., On the cranial ganglia and segmental sense organs of fishes. Zool. Anz. VIII. p. 220—223. Leipzig 1885.

—— The System of branchial sense organs and their associated ganglia in Ichthyopsida. Quart. Journ. Micr. Sc. (2. ser.) XXVI. p. 95—156. London 1885 (1886).

—— The Ciliary or Motoroculi ganglion and the ganglion of the Ophthalmicus profundus in Sharks. Anat. Anz. II. p. 565—575. Jena 1887.

Beard, J., The old Mouth and the new. Ibidem III. p. 15—24. Jena 1888.
—— On the Early Development of Lepidosteus osseus. Proc. Royal Soc. XLVI. p. 108—118. London 1889.
—— The Inter-relationship of the Ichthyopsida. Anat. Anz. V. p. 146—159, 179—188. Jena 1890.
—— The Transient Ganglion Cells and their Nerves in Raja batis. Ibidem VII. p. 191—206. Jena 1892.
—— The History of a Transient Nervous Apparatus in certain Ichthyopsida. I. Raja batis. Zool. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ontog. IX. p. 319—426. Jena 1896. A.
—— On the Disappearance of the transient Nervous Apparatus in the Series: Scyllium, Acanthias, Mustelus and Torpedo. Anat. Anz. XII. p. 371—374. Jena 1896. B.
Beauregard, H., Encéphale et nerfs craniens du Ceratodus Forsteri. Journ. de l'Anat. et d. la Phys. XVII. p. 230—242. Paris 1881.
Bechterew, W. von, Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark. Uebers. von J. Weinberg. Leipzig 1894.
Beck, W., Ueber den Austritt des N. hypoglossus und N. cervicalis primus. Anat. Hefte. XVIII. p. 249—355. Wiesbaden 1895/96.
Bell, Ch., The Nervous system of the Human body. London 1830.
Bemmelen, J. F. van, Beiträge zur Kenntniss der Halsgegend bei Reptilien. I. Bijdrage tot de Dierkunde. Leiden 1888.
—— Ueber die Herkunft der Extremitäten- und Zungenmuskulatur bei Eidechsen. Anat. Anz. IV. p. 240—255. Jena 1889.
Bendz, H., Bidrag til den sammenlignende Anatomie af Nervus glossopharyngeus, vagus, accessorius Willisii og hypoglossus hos Reptilierne. K. Danske Vid. Selsk. Naturv. og Math. Afl. X. p. 1—40. Kjöbenhavn 1843.
Beneden, E. van et Ch. Julin, Recherches sur le développement postembryonnaire d'une Phallusie (Phallusia scabroides). Arch. d. Biolog. V. p. 611—638. Gand et Leipzig 1885.
—— Recherches sur la morphologie des Tuniciers. Ibidem VI. p. 237—476. Gand et Leipzig 1886.
Béraneck, Ed., Recherches sur le développement des nerfs craniens chez les lézards. Diss. Genève 1884.
—— Histogénèse des nerfs cephaliques. Arch. Sc. Phys. Nat. Genève (3. sér). XVII. p. 240—242. Genève 1887.
—— Étude sur les replis médullaires du poulet. Recueil Zool. Suisse. IV. p. 305—364. Genève 1887.
Bernard, Claude, Recherches expérimentales sur les fonctions du nerf spinal ou accessoire de Willis. Mém. prés. par divers savants à l'Acad. des Sciences. XI. Extrait. 84 pag. Paris 1851.
Bert, P., On the Anatomy and Physiology of Amphioxus. Annals and Mag. Nat. Hist. (3. ser.) XX. p. 302—304. London 1867.
Bischoff, E. Ph. E., Mikroskopische Analyse der Anastomosen der Kopfnerven. Gekr. Preisschr. München 1865.
Bischoff, L. W. Th., Nervi accessorii Willisii anatomia et physiologia. Darmstadtii 1832.
Bojanus, L., Anatome testudinis europaeae. Vilnae 1819.
Bonsdorff, C. J., Symbolae ad anatomiam comparatam nervorum animalium vertebratorum. I. Nervi cerebrales Corvi cornicis. Acta soc. scient. Fennicae. III. p. 505—569. II. Nervi cerebrales Gruis cinereae. Ibidem p. 591—624. Helsingforsiae 1852.
—— Jemförande anatomisk beskrifning af Cerebralnerverna hos Raja clavata. Act. soc. sc. Fenn. T. V. p. 185—227. Helsingfors 1854.
Born, G., Ueber den inneren Bau der Lamprete. Heusinger's Zeitschrift für organische Physik. I. p. 170—181. Eisenach 1827.
Boveri, Th., Ueber die Niere des Amphioxus. Separatabdr. a. d. Münchener Med. Wochenschr. 1890. No. 26 p. 1—13.

BOVERI, Th., Ueber die Bildungsstätte der Geschlechtsdrüsen und die Entstehung der Genitalkammern beim Amphioxus. Anat. Anz. VII. p. 170—181. Jena 1892.

—— Die Nierenkanälchen des Amphioxus. Zool. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ontog. d. Thiere. V. p. 429—510. Jena 1892.

BRANDIS, F., Untersuchungen über das Gehirn der Vögel. II. Ursprung der Nerven der Medulla oblongata. Arch. f. mikr. Anat. XLI. p. 623—649. Bonn 1893.

BRAUS, H., Ueber die Rami ventrales der vorderen Spinalnerven einiger Selachier. Inaug.-Diss. Jena 1892.

BRIDGE, I. W., The Cranial Osteology of Amia calva. Journ. of Anat. and Physiol. XI. p. 605—622. Cambridge and London 1877.

—— On the Osteology of Polyodon folium. Phil. Trans. Vol. 169. Part. II. 1878. p. 683—733. London 1879.

BROOKS, T., The Brachial Plexus of the Macaque Monkey and its Analogy with that of Man. Journ. Anat. Phys. XVII. p. 329—332. Cambridge and London 1883.

BRÜCKE, E., Ueber die Zunge der Chamaeleonen. Sitz. d. Ak. d. Wiss. zu Wien. VIII. p. 65—70. Wien 1852.

BRUTZER, G. G., De Scaphirhyncho Rafinescii disquisitiones anatomicae. Diss. inaug. Dorpati Livonorum 1859.

BÜCHNER, G., Mémoire sur le système nerveux du barbeau. Mém. Soc. d'hist. nat. de Strasbourg. II. 1835. 58 pgg.

BUJOR, P., Contribution à l'étude de la métamorphose de l'Ammocoetes branchialis en Petromyzon Planeri. Thèse. Extr. de la Revue Biolog. du Nord de la France. III. p. 1—99. Lille 1891.

BURKHARDT, R., Histologische Untersuchungen am Rückenmark der Tritonen. Arch. f. mikr. Anat. XXXIV. p. 131—156. Bonn 1889.

—— Ueber das Centralnervensystem der Dipnoer. Verh. d. Deutsch. Zool. Ges. auf der 2. Vers. zu Berlin. p. 92—95. Leipzig 1892. A.

—— The Central Nervous System of Protopterus annectens. Journ. Comp. Neurology. II. p. 89—91. Granville 1892. B.

—— Das Centralnervensystem von Protopterus annectens. Berlin 1892. C.

BURMEISTER, H., Beitrag zur näheren Kenntniss der Gattung Tarsius. Berlin 1846.

C.

CAJAL, Ramon y, Les nouvelles idées sur la structure du système nerveux chez l'homme et chez les vertébrés. Édit. française. Paris 1894.

CARLSSON, Albertina, Untersuchungen über Gliedmaassenreste bei Schlangen. Bihang till K. Svensk. Vet.-Akad. Handl. XI. No. 11. p. 1—38. Stockholm 1886.

CHAMPNEYS, Fr., On the Muscles and Nerves of a Chimpanzee (Troglodytes niger) and a Cynocephalus anubis. Journ. Anat. Phys. VI. p. 176—211. Cambridge and London 1872.

CHIARUGI, G., Sulla essistenza di una radice dorsale rudimentale con ganglio per il nervo ipoglosso nell' uomo. Boll. Accad. di Siena. VI. p. 57—60. Siena 1888.

—— Lo sviluppo dei nervi vago, accessorio, ipoglosso e primi cervicali nei Sauropsidi e nei Mammiferi. Atti Soc. Toscana d. sc. nat. X. p. 149—245. Pisa 1889.

—— Sullo sviluppo di alcuni nervi cerebrali e spinali. Nota preventiva. Anat. Anz. IV. p. 31, 32. Jena 1889.

—— Sur les myotomes et sur les nerfs de la tête postérieure et de la région proximale du tronc dans les embryons des Amphibiens anoures. Arch. Ital. de Biol. XV. p. 229—239. Turin 1891.

—— Ulteriori osservazioni sullo sviluppo del 11° e del 12° paio dei nervi cranici nei mammiferi. Monit. Zool. Ital. III. p. 57—60. Firenze 1892.

Chiarugi, G., Contribuzioni allo studio dello sviluppo dei nervi encefalici nei Mammiferi in confronto con altri Vertebrati. Pubbl. Ist. Stud. Sup. Firenze. Sez. Med. Chir. p. 1—71. Firenze 1894.

—— Lo sviluppo dei nervi oculomotore e trigemello. Mon. Zool. Ital. V. p. 275—280. Firenze 1894.

Clarke, J. L., Researches on the intimate structure of the brain; human and comparative. I. On the structure of the medulla oblongata. Phil. Trans. 1858. p. 231—259. London 1858.

Collinge, W. E., The Sensory Canal System of Fishes. I. Ganoidei. Quart. Journ. Micr. Sc. (2. ser.) XXXVI. p. 499—537. London 1894.

Coopmann, G., Neurologia. Franquerae 1789.

Cope, E., The Batrachia of North-America. Bull. U. S. Nat. Mus. No. 34. 515 pgg. Washington 1889.

Corning, H. K., Ueber die Entwickelung der Zungenmuskulatur bei Reptilien. Verhandl. d. Anat. Gesellsch. zu Basel. p. 165—175. Jena 1895.

Cramer, A., Beiträge zur feineren Anatomie der Medulla oblongata und der Brücke. Jena 1894.

Cunningham, D. J., The Spinal Nervous System of the Porpoise and Dolphin [Lagenorhynchus albirostris]. Journ. Anat. Phys. XI. p. 209—228. Cambridge and London 1877.

—— The Nerves of the Fore Limb of the Thylacine (Thylacinus cynocephalus) and Cuscus (Phalangista maculata). Journ. Anat. Phys. XII. p. 427—433. London and Cambridge 1878.

Cuvier, G. -Duméril, Leçons d'Anatomie comparée. 3. édition. Tome I. 1836; Tome II. 1838; Tome III. 1840. Bruxelles 1836—40.

Cuvier, G. et A. Valenciennes, Histoire naturelle des poissons. I. Paris 1828.

D.

Darkschewitsch, L., Ueber den Ursprung und den centralen Verlauf des Nervus accessorius Willisii. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abth. 1885. p. 361—378. Leipzig 1885.

Davison, A., A Contribution to the Anatomy and Phylogeny of Amphiuma means. Journ. of Morphol. XI. p. 375—410. Boston 1895.

Debierre, Ch., Développement du segment occipital du crâne. Journ. de l'Anat. et de la Physiol. XXXI. p. 385—426. Paris 1895.

Dees, O., Ueber den Ursprung und den centralen Verlauf des Nervus accessorius Willisii. Allg. Zeitschr. f. Psychiatrie u. psych.-ger. Med. XLIII. p. 453—470. Berlin 1887.

Deiters, O., Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugethiere. Nach dem Tode des Verf. herausgeg. von M. Schultze. Braunschweig 1865.

Dobson, G. E., A Monograph of the Insectivora, systematic and anatomical. I. II. London 1882. 1883.

Dohrn, A., Der Ursprung der Wirbelthiere und das Princip des Funktionswechsels. Leipzig 1875.

—— Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers. III. Die Entstehung und Bedeutung der Hypophysis bei Petromyzon Planeri. Mitth. a. d. Zool. Station zu Neapel. IV. p. 172—189. Leipzig 1882.

—— Studien etc. IV. Die Entwicklung und Differenzirung der Kiemenbogen der Selachier. Ibidem V. p. 1—51. Leipzig 1884. A.

—— Studien etc. V. Zur Entstehung und Differenzirung der Visceralbogen bei Petromyzon Planeri. Ibidem V. p. 52—61. Leipzig 1884. B.

—— Studien etc. VI. Die paarigen und unpaaren Flossen der Selachier. Ibidem V. p. 61—89. Leipzig 1884. C.

—— Studien etc. VII. Entstehung und Differenzirung des Zungenbeins und Kieferapparates der Selachier. Ibidem VI. p. 1—48. Berlin 1885. A.

—— Studien etc. VIII. Die Thyreoiden bei Petromyzon, Amphioxus und den Tunicaten. Ibidem VI. p. 49—92. Berlin 1885. B.

—— Studien etc. IX. Die Bedeutung der unpaaren Flosse für die Beurtheilung der genealogischen Stellung der Tunicaten und des Amphioxus, und die Reste der Beckenflosse bei Petromyzon. Ibidem VI. p. 399—432. Berlin 1885. C.

Dohrn, A., Studien etc. X. Zur Phylogenese des Wirbelthierauges. Ibidem VI. p. 432—480. Berlin 1885. D.

—— Studien etc. XII. Thyreoidea und Hypobranchialrinne, Spritzlochsack und Pseudobranchialrinne bei Fischen, Ammocoetes und Tunicaten. Ibidem VII. p. 301—337. Berlin 1887.

—— Studien etc. XIII. Ueber Nerven und Gefässe bei Ammocoetes und Petromyzon Planeri. Ibidem VIII. p. 233—306. Berlin 1888. A.

—— Studien etc. XIV. Ueber die erste Anlage und Entwicklung der motorischen Rückenmarksnerven bei den Selachiern. Ibidem VIII. p. 441—461. Berlin 1888. B.

—— Bemerkungen über den neuesten Versuch einer Lösung des Wirbelthierkopf-Problems. Anat. Anz. V. p. 53—64, 78—85. Jena 1890. A.

—— Studien etc. XV. Neue Grundlagen zur Beurtheilung der Metamerie des Kopfes. Mitth. a. d. Zool. Station zu Neapel. IX. p. 330—434. Berlin 1890. B.

—— Studien etc. XVI. Ueber die erste Anlage und Entwicklung der Augenmuskelnerven bei Selachiern und das Einwandern von Medullarzellen in die motorischen Nerven. Ibidem X. p. 1—40. Berlin 1891. A.

—— Studien etc. XVII. Nervenfaser und Ganglienzelle. Histogenetische Untersuchungen. Ibidem X. p. 255—341. Berlin 1891. B.

—— Die Schwann'schen Kerne der Selachierembryonen. Anat. Anz. VII. p. 348—351. Jena 1892.

Dubois, E., Zur Morphologie des Larynx. Anat. Anz. I. p. 178—186, 225—231. Jena 1886.

Dugès, A., Recherches sur l'ostéologie et la myologie des Batraciens à leurs différens âges. Mém. prés. à l'Acad. Roy. d. sc. VI. p. 1—200. Paris 1835.

Duval, M., Recherches sur l'origine réelle des nerfs craniens. Journ. de l'Anat. de la Physiol. No. 5 p. 496 f. Paris 1876.

E.

Ecker, A., Anatomie des Frosches. I. Knochen und Muskeln. Braunschweig 1864.

Eckhard, C., Geschichte der Experimental-Physiologie des Nervus accessorius Willisii. Eckhard's Beiträge zur Anat. u. Physiol. X. p. 171—196. Giessen 1882.

Edinger, L., Zwölf Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane. 3. Aufl. Leipzig 1892. — 5. Aufl. Leipzig 1896.

Ellenberger, W. u. H. Baum, Systematische und topographische Anatomie des Hundes. Berlin 1891.

Ewart, J. C., On the Cranial Nerves of Elasmobranch Fishes. Preliminary Communication. Proc. Royal Soc. London. XLV. p. 524—537. London 1889. (Laemargus borealis und Raja batis.)

—— On the Development of the Ciliary or Motor oculi ganglion. Ibidem XLVII. p. 287—290. London 1890.

—— The Cranial Nerves of the Torpedo. Prel. Note. Ibidem XLVII. p. 290—291. London 1890.

—— On the Dorsal Branches of the Cranial and Spinal Nerves of Elasmobranchs. Proc. Roy. Soc. of Edinburgh. XX. p. 475—480. Edinburgh 1895.

F.

Fischer, J. G., Amphibiorum nudorum neurologiae specimen primum. Berolini 1843.

—— Anatomische Abhandlungen über die Perennibranchiaten und Derotremen. Hamburg 1864.

Fish, P. A., The Central Nervous System of Desmognathus fusca. Journ. of Morph. p. 231—286. Boston 1895.

Forel, A., P. Mayser u. S. Ganser, Ueber das Verhältniss der experimentellen Atrophie und Degenerationsmethode zur Anatomie und Histologie des Centralnervensystems. Ursprung des 9., 10. und 12. Hirnnerven. Festschr. f. Nägele u. Koelliker. p. 37—50. Zürich 1891.

Franck, L., Handbuch der Anatomie der Hausthiere. Stuttgart 1871. 3. Aufl. 1891—1893.

Freud, S., Ueber den Ursprung der hinteren Nervenwurzeln im Rückenmark von Ammocoetes (Petromyzon Planeri). Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Math. nat. Cl. LXXV. Abth. 3. p. 15—27.

FREUD, S., Ueber Spinalganglien und Rückenmark des Petromyzon. Ibidem LXXVIII. Abth. 3. p. 1—87. Wien 1878.

FRITSCH, G., Untersuchungen über den feineren Bau des Fischgehirns. Berlin 1878.

—— Ueber den Angelapparat des Lophius piscatorius. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Berlin 1884. II. p. 1145—1151.

—— Ueber einige bemerkenswerthe Elemente des centralen Nervensystems von Lophius piscatorius. Arch. f. mikr. Anat. XXVII. p. 13—31. Bonn 1886.

FRORIEP, A., Ueber ein Ganglion des Hypoglossus und Wirbelanlagen in der Occipitalregion. Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abth. 1882. p. 279—302. Leipzig.

—— Zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelsäule, insbesondere des Atlas und Epistropheus und der Occipitalregion. I. Beobachtung an Hühnerembryonen. Ibidem 1883. p. 177—234. Leipzig.

—— Ueber Anlagen von Sinnesorganen am Facialis, Glossopharyngeus und Vagus, über die genetische Stellung des Vagus zum Hypoglossus und über die Herkunft der Zungenmuskulatur. Ibidem 1885. p. 1—55. Leipzig.

—— Zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelsäule, insbesondere des Atlas und Epistropheus und der Occipitalregion. II. Beobachtungen an Säugethierembryonen. Ibidem 1886. p. 69—150. Leipzig.

—— Bemerkungen zur Frage nach der Wirbeltheorie des Kopfskelettes. Anat. Anz. II. p. 815—835. Jena 1887.

—— Zur Entwickelungsgeschichte der Kopfnerven. 1. Ueber die Entwickelung des Trochlearis bei Torpedo. 2. Ueber die Kiemenspaltenorgane der Selachierembryonen. Verh. d. Anat. Ges. 5. Vers. München. p. 55—65. Jena 1891.

—— Entwickelungsgeschichte des Kopfes. Anat. Hefte. 2. Abth. I. 1891. p. 561—605. Wiesbaden 1892.

FRORIEP, A. und W. BECK, Ueber das Vorkommen dorsaler Hypoglossuswurzeln mit Ganglion, in der Reihe der Säugethiere. Anat. Anz. X. p. 688—696. Jena 1895.

FULLIQUET, G., Recherches sur le Cerveau du Protopterus annectens. Dissertation. Genève 1886.

FÜRBRINGER, M., Die Knochen und Muskeln der Extremitäten bei den schlangenähnlichen Sauriern. Leipzig 1870.

—— Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln. I. Jenaische Zeitschr. VII. p. 237—320. Leipzig 1873.

—— Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln. II. Ibidem VIII. p. 175—280. Jena 1874.

—— Beitrag zur Kenntniss der Kehlkopfmuskulatur. Jena 1875.

—— Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln. III. Morph. Jahrb. I. p. 636—816. Leipzig 1876.

—— Zur Lehre von den Umbildungen des Nervenplexus. Ibidem V. p. 324—394. Leipzig 1879.

—— Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel. I. II. Amsterdam und Jena 1888. Der Morphologische Abschnitt schon 1887 separat erschienen (Amsterdam 1887).

—— Ueber die mit dem Visceralskelet verbundenen spinalen Muskeln bei Selachiern. Jenaische Zeitschr. XXX. p. 127—135. Jena 1895.

FÜRBRINGER, P., Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Muskulatur des Kopfskeletes der Cyclostomen. Jenaische Zeitschr. IX. p. 1—93. Jena 1875.

FUSARI, R., Beitrag zum Studium des peripherischen Nervensystems von Amphioxus lanceolatus. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Phys. VI. p. 120—140. Paris, Leipzig, London 1889.

G.

GADOW, H., Notice of a communication on the arrangement and disposition of the Muscles of the Avian Syrinx. Proc. Zool. Soc. London 1883. p. 74 f.

—— Vögel. I. Anat. Theil. BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. VI. 4. Leipzig 1891.

GAGE, Susanna P., The Brain of Diemyctylus viridescens from larval to adult life, and comparisons with the Brain of Amia and Petromyzon. The Wilder Quarter-Century Book. 1893. p. 259—313. Ithaca 1893.

Ganser, S., Vergleichend-anatomische Studien über das Gehirn des Maulwurfs. Morph. Jahrb. VII. p. 591—725. Leipzig 1882.

Garman, S., Chlamydoselachus anguineus Garm. A Living Species of Cladodont Shark. Bull. Mus. Comp. Zool. at Harvard College. XII. p. 1—35. Cambridge Mass. 1885.

Gaskell, W. H., The Structure, Distribution and Function of the Nerves which innervate the Visceral and Vascular System. Journ. of Phys. VII. p. 1—80. Cambridge 1886.

—— On the Comparison of the Cranial with the Spinal nerves. Nature. XXXVIII. p. 19, 20. London and New York 1888.

—— On the Relation between the Structure, Function, Distribution and Origin of the Cranial Nerves; together with a Theory of the Origin of the Nervous System of Vertebrate. Journ. of Phys. X. p. 153—211. Cambridge 1889.

Gaupp, E., Beiträge zur Morphologie des Schädels. I. Primordial-Cranium und Kieferbogen von Rana fusca. Morph. Arbeiten. II. p. 275—481. Jena 1893.

—— Beiträge etc. II. Das Hyo-Branchial-Skelet der Anuren und seine Umwandlung. Ibidem. III. p. 399—438. Jena 1894.

—— Anatomie des Frosches (Neue, 3. Aufl. von Ecker's und Wiederheim's Anatomie des Frosches). I. Braunschweig 1896.

Gegenbaur, C., Grundzüge der vergleichenden Anatomie. 2. Aufl. Leipzig 1870.

—— Ueber die Kopfnerven von Hexanchus und ihr Verhältniss zur Wirbeltheorie des Schädels. Jenaische Zeitschr. VI. p. 497—559. Leipzig 1871.

—— Das Kopfskelet der Selachier, ein Beitrag zur Erkenntniss der Genese des Kopfskeletes der Wirbelthiere. Leipzig 1872.

—— Grundriss der vergleichenden Anatomie. 1. Aufl. Leipzig 1874.

—— Ueber den M. omohyoideus und seine Schlüsselbeinverbindung. Morph. Jahrb. I. p. 243—265. Leipzig 1875.

—— Grundriss der vergleichenden Anatomie. 2. Aufl. Leipzig 1878.

—— Die Metamerie des Kopfes und die Wirbeltheorie des Kopfskeletes. Morph. Jahrb. XIII. p. 1—114. Leipzig 1887. A.

—— Ueber die Occipitalregion und ihre benachbarten Wirbel der Fische. Sonder-Abdruck a. d. Festschrift f. Albert v. Koelliker. Leipzig 1887. B.

—— Ueber Caenogenese. Verhandl. d. Anat. Gesellsch. in Würzburg 1888. p. 3—9. Jena 1888.

—— Zur Phylogenese der Zunge. Morph. Jahrb. XXI. p. 1—18. Leipzig 1894.

—— Das Flossenskelett der Crossopterygier und das Archipterygium der Fische. Ibidem XXII. p. 119—160. Leipzig 1895.

—— Clavicula und Cleithrum. Ibidem XXIII. p. 1—20. Leipzig 1895.

—— Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 6. Aufl. II. Leipzig 1896.

Giebel, C., Säugethiere. Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs. VI. 5. Lief. 1—26. Leipzig 1874—1883.

Golgi, C., Nervensystem (Referat). Anat. Hefte. 2. Abth. II. für 1892. p. 288—402. Wiesbaden 1893.

—— Untersuchungen über den feineren Bau des centralen und peripherischen Nervensystems. Uebers. v. R. Teuscher. Jena 1894.

—— Intorno all' origine del quarto nervo cerebrale (patetico o trocleare) e di una questione isto-fisiologia generale che a questo argomento si collega. Atti Accad. Lincei Rend. (5) II. 1. p. 379—389, 443—450. (Deutsch in Untersuchungen über den feineren Bau des centralen und peripherischen Nervensystems. p.. 261—272. Jena 1894.)

Goodsir, J., On the Anatomy of Amphioxus lanceolatus. Trans. Roy. Soc. of Edinburgh. 1841. XV. p. 247—263. Edinburgh 1844.

Göppert, E., Die Kehlkopfmuskulatur der Amphibien. Morph. Jahrb. XXII. p. 1—78. Leipzig 1895.

GORONOWITSCH, N., Das Gehirn und die Cranialnerven von Acipenser ruthenus. Morph. Jahrb. XIII. p. 427—574. Leipzig 1888.

—— Untersuchungen über die Entwickelung der sog. „Ganglienleisten“ im Kopfe der Vogelembryonen. Ibidem XX. p. 187—259. Leipzig 1893.

GÖTTE, A., Entwickelungsgeschichte der Unke. Leipzig 1875.

—— Ueber die Spinalnerven der Neunaugen. Zool. Anz. I. p. 11. Leipzig 1878.

—— Ueber die Entstehung und die Homologien des Hirnanhangs. Ibidem VI. p. 344—347. Leipzig 1883.

—— Abhandlungen zur Entwickelungsgeschichte der Thiere. V. Entwickelungsgeschichte der Flussneunaugen (Petromyzon fluviatilis). Hamburg und Leipzig. I. 1890.

—— Ueber den Ursprung der Wirbelthiere. Verh. d. Deutschen Zool. Gesellsch. 5. Vers. in Strassburg. p. 12—29. Leipzig 1895.

GRABOWER, Ueber die Kerne und Wurzeln des Nervus accessorius und vagus und deren gegenseitige Beziehungen. Arch. f. Laryng. u. Rhinol. II. p. 143—152. Berlin 1894.

GRENACHER, H., Beiträge zur näheren Kenntniss der Muskulatur der Cyclostomen und Leptocardier. Diss. inaug. (Abdruck a. d. Zeitschr. f. wiss. Zool. XVII.) Leipzig 1867.

GRÖNBERG, G. und A. VON KLINKOWSTRÖM, Zur Anatomie der Pipa americana. 2. Verdauungs-, Respirations- und Urogenitalorgane sammt Nervensystem von G. GRÖNBERG. Zool. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ontog. VII. p. 629—646. Jena 1893.

GUMOËNS, A. F. DE, De systemate nervorum sciuri vulgaris. Diss. inaug. Bernae 1852.

GÜNTHER, A., Description of Ceratodus. Phil. Trans. Part II. 1871. p. 511—572. London 1871.

H.

HAECKEL, E., Systematische Phylogenie der Wirbelthiere (Vertebrata). Berlin 1895.

HALLER, B., Ueber das Centralnervensystem, insbesondere über das Rückenmark von Orthagoriscus mola. Morph. Jahrb. XVII. p. 198—270. Leipzig 1891.

—— Untersuchungen über das Rückenmark der Teleostier. Ibidem XXIII. (1895) p. 21—122. Leipzig 1896.

HARRISON, R. G., The Development of the Fins of Teleosts (Prelim. Commun.) J. Hopkins Univ. Circular. XIII. p. 59—61. Baltimore 1894.

HARTING, P., Leerboek van de grondbeginselen der dierkunde in haren geheelen omvang. Tiel 1862—74. II. Kruipende dieren 1867.

HASSE, C., Zur Anatomie des Amphioxus lanceolatus. Morph. Jahrb. I. p. 282—298. Leipzig 1876.

HATSCHEK, B., Studien über Entwickelung des Amphioxus. Separat-Abdr. a. d. Arbeiten d. Zool. Inst. zu Wien. IV. 1. p. 1—88. Wien 1881.

—— Mittheilungen über Amphioxus. Zool. Anz. VII. p. 517—520. Leipzig 1884.

—— Die Metamerie des Amphioxus und des Ammocoetes. Verh. d. Anat. Gesellsch. in Wien. 1892. p. 136—162. Jena 1892.

—— Zur Metamerie der Wirbelthiere. Nachtrag u. Berichtigung. Anat. Anz. VIII. p. 89—91. Jena 1893.

HENLE, J., Vergleichend-anatomische Beschreibung des Kehlkopfes. Leipzig 1839.

—— Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. III. 2. Nervenlehre. 2. Aufl. Braunschweig 1879.

HERRICK, C. J., The Cranial Nerves of Amblystoma punctatum. Journ. of Comp. Neurol. IV. p. 193—207. Granville 1894.

HERRICK, L. C., Topography and Histology of the Brain of certain Ganoid Fishes (Lepidosteus and Polyodon). Ibidem I. p. 149—182. Granville 1891.

HERRICK, L. C. and C. J. HERRICK, Contributions to the Morphology of the Brain of Bony Fishes. I. Siluridae. Ibidem I. p. 211—228. Granville 1891.

HIRSCHFELD, L. et J. B. LEVEILLÉ, Neurologie ou description et iconographie du système nerveux et des organs des sens de l'homme avec leur mode de préparation. Paris 1853.

HIS, W., Anatomie menschlicher Embryonen. III. Zur Geschichte der Organe. Leipzig 1885.
—— Zur Geschichte des menschlichen Rückenmarkes und der Nervenwurzeln. Abh. d. math. phys. Cl. d. K. S. Gesellsch. d. Wiss. XIII. p. 479—514. Leipzig 1886.
—— Die morphologische Betrachtung der Kopfnerven. Eine kritische Studie. Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abth. 1887. p. 379—453. Leipzig.
—— Zur Geschichte des Gehirns sowie der centralen und peripherischen Nervenbahnen beim menschlichen Embryo. Abth. d. math. phys. Cl. der K. S. Ges. d. Wiss. XIV. p. 339—392. Leipzig 1888.
—— Ueber den Aufbau unseres Nervensystems. Verh. d. Ges. Deutsch. Naturf. u. Aerzte. 65. Vers. in Nürnberg 1893. I. p. 39—67. Leipzig 1894.
HOFFMANN, C. K., Die Amphibien. BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreiches. Leipzig und Heidelberg 1873—78.
—— Ueber die Metamerie des Nachhirns und Hinterhirns, und ihre Beziehung zu den segmentalen Kopfnerven bei Reptilienembryonen. Zool. Anz. XII. p. 337—339. Leipzig 1889.
—— Reptilien. BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreiches. VI. 3. Leipzig 1890.
—— Zur Entwickelungsgeschichte des Selachierkopfes. Anat. Anz. IX. p. 638—653. Jena 1894.
—— Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Selachii. Morph. Jahrbuch. XXIV. p. 209—286. Leipzig 1896.
HOLL, M., Beobachtungen über die Anastomosen des Nervus hypoglossus. Zeitsch. f. Anat. u. Entwickel. II. p. 82—97. Leipzig 1877.
—— Ueber den Nervus accessorius Willisii. Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abth. 1878. p. 491—518. Leipzig 1878.
HOUSSAY, F., Sur la métamérie de la tête chez l'Axolotl. Compt. Rend. Soc. Biol. (9. sér.) I. p. 691—694. Paris 1889.
—— Études d'embryologie sur les Vertébrés. L'Axolotl. Arch. Zool. exp. (2. sér.) VIII. p. 143—244. Paris 1890.
HOWES, G. B., On the Affinities, Interrelationships, and Systematic Position of the Marsipobranchii. Trans. Biol. Soc. Liverpool. VI. p. 122—147. Liverpool 1892.
—— Notes on Variation and Development of the Vertebrata and Limb Skeleton of the Amphibia. Proc. Zool. Soc. London 1893. p. 268—278.
HUBRECHT, A. A. W., Fische. BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreiches. Leipzig und Heidelberg 1876—1885.
—— Beitrag zur Kenntniss des Kopfskelettes der Holocephalen. Niederl. Archiv f. Zoologie. III. p. 255—276. Leiden und Leipzig 1877. A.
—— Notiz über einige Untersuchungen am Kopfskelett der Holocephalen. Morph. Jahrb. III. p. 280—282. Leipzig 1877. B.
HUMPHREY, O. D., On the Brain of the Snapping Turtle (Chelydra serpentina). Journ. of Comp. Neurol. IV. p. 73—116. Granville 1894.
HUMPHRY, G. M., The Muscles and Nerves of the Cryptobranchus japonicus. Journ. of Anat. and Physiol. VI. p. 1—62. Cambridge and London 1872.
—— The Muscles of Lepidosiren annectens, with the Cranial Nerves. Ibidem. VI. p. 253—271. Cambridge and London 1872.
—— The Muscles of the Smooth Dog-Fish (Mustelus laevis). Ibidem. VI. p. 271—278. Cambridge and London 1872.
—— The Muscles of Ceratodus. Ibidem. VI. p. 279—287. Cambridge and London 1872.
HUXLEY, Th. H., Elements of Comparative Anatomy. London 1864.
—— A Manual of the Anatomy of Vertebrated Animals. London 1871.
—— Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. Deutsche vom Verf. autorisirte und durch Originalzusätze desselben bereicherte Ausgabe von Fr. RATZEL. Berlin 1873.

Huxley, Th. H., Preliminary Note upon the Brain and Skull of Amphioxus lanceolatus. Proc. Roy. Soc. XXIII. p. 127—132. London 1874/75.

—— On the Classification of the Animal Kingdom. Journ. Linn. Soc. XII. Read 3. Dec. 1874. p. 199—226. London 1876.

—— Preliminary Note upon the Brain and Skull of Amphioxus lanceolatus. Proc. Roy. Soc. XXIII. p. 127—132. London 1875.

—— On the Nature of the Cranio-facial Apparatus of Petromyzon. Journ. Anat. and Phys. X. p. 412—429. Cambridge and London 1876.

Hyrtl, J., Neueste Beobachtungen aus dem Gebiete der menschlichen und vergleichenden Anatomie. Ueber einige bisher nicht bekannte Ganglien der sensitiven Nerven. Med. Jahrb. d. K. K. Oesterr. Staates. Wien 1836.

—— Lepidosiren paradoxa. Prag 1845.

—— Chlamydophori truncati cum Dasypode gymnuro comparatum examen anatomicum. Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss. math. nat. Cl. IX. p. 1—66. Wien 1855.

—— On Nervs without ends. Quart. Review Nat. Hist. Jan. 1863. p. 95. London.

—— Ueber endlose Nerven. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. LI. p. 5 f. Wien 1865.

—— Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 9. Aufl. Wien 1866.

I.

Jackson, Wm. H., and Clarke, Wm. Br., The Brain and Cranial Nerves of Echinorhinus spinosus with Notes on the other viscera. Journ. of Anat. and Physiol. X. p. 75—107. Cambridge and London 1876.

Jhering, H. von, Das peripherische Nervensystem der Wirbelthiere als Grundlage für die Regionenbildung der Wirbelsäule. Leipzig 1878.

—— Ueber die Wirbelsäule von Pipa. Morph. Jahrb. VI. p. 297—314. Leipzig 1880.

Julin, Ch., Le Système nerveux grand sympathique de l'Ammocoetes (Petromyzon Planeri). Anat. Anz. II. p. 192—201. Jena 1887. A.

—— Recherches sur l'appareil vasculaire et le système nerveux périphérique de l'Ammocoetes (Petromyzon Planeri). Arch. de Biologie. VII. p. 759—902. Gand, Leipzig, Paris 1887. B.

Iversen, M., Bemerkung über die dorsalen Wurzeln des Nervus hypoglossus. Ber. d. Naturf. Gesellsch. zu Freiburg i/B. II. p. 1—4. Freiburg 1886.

K.

Kästner, S., Die Entwickelung der Extremitäten- und Bauchmuskulatur bei den anuren Amphibien. Arch. f. Anat. u. Entwick. 1893. p. 257—292. Leipzig.

Kastschenko, N., Zur Entwickelungsgeschichte des Selachierembryos. Vorl. Mitth. Anat. Anz. III. p. 445—467. Jena 1888.

Kathariner, L., Anatomie und Mechanismus der Zunge der Vermilinguier. Jenaische Zeitschr. XXIX. p. 247—270. Jena 1895.

Kazzander, J., Ueber den Nervus accessorius Willisii und seine Beziehungen zu den oberen Cervicalnerven beim Menschen und einigen Haussäugethieren. Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abth. 1891. p. 212—243. Leipzig 1891. A.

—— Sulla radice dorsale del nervo ipoglosso nell' uomo e nei mamiferi domestici. Anat. Anz. 1891. p. 444—450. B.

Killian, G., Zur Metamerie des Selachierkopfes. Verh. d. Anat. Gesellsch. 5. Vers. in München 1891. p. 85—107. Jena 1891.

Kingsbury, B. F., On the Brain of Necturus maculatus. Journ. of Comp. Neurology. V. p. 139—205. Granville 1895.

Kingsley, J. S., The Head of an embryo Amphiuma. Amer. Nat. XXVI. p. 671—680. 1892.

KIRKALDY, J. W., A Revision of the Genera and Species of the Branchiostomidae. Quart. Journ. Micr. Sc. (N. S.) XXXVII. p. 303—323. London 1895.

KOCH, P. D., Untersuchungen über den Ursprung und die Verbindungen des Nervus hypoglossus in der Medulla oblongata. Arch. f. mikr. Anat. XXXI. p. 54—70. Bonn 1888.

KOELLIKER, A., Ueber das Geruchsorgan des Amphioxus. MÜLLER's Arch. f. Anat. etc. 1843. p. 32—35.

—— Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 5. Aufl. Leipzig 1867.

—— Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Aufl. II. Nervensystem des Menschen und der Thiere. Leipzig 1893—96.

KOHL, C., Einige Bemerkungen über Sinneorgane des Amphioxus lanceolatus. Zool. Anz. XIII. p. 182—185. Leipzig 1890.

KORSCHELT, E. und K. HEIDER, Lehrbuch der vergleichenden Entwickelungsgeschichte der wirbellosen Thiere. Jena 1893.

KOWALEVSKY, A., Entwickelungsgeschichte des Amphioxus lanceolatus. Mém. Acad. Imp. Sc. d. St. Pétersbourg (7. sér.). XI. No. 4. p. 1—17. St. Pétersbourg 1867.

KRAUSE, W., Handbuch der menschlichen Anatomie. III. Hannover 1880.

—— Die Anatomie des Kaninchens. 2. Aufl. Leipzig 1884.

—— Vorläufige Mittheilung (Amphioxus betreffend). Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Phys. V. p. 48. Paris, Leipzig, London 1888. A.

—— Die Retina. II. Die Retina der Fische. Ibidem V. p. 132—148. Paris, Leipzig und London 1888. B.

KÜKENTHAL, W. und Th. ZIEHEN, Das Centralnervensystem der Cetaceen. Vergl. anat. und entwick. Untersuch. an Walthieren. III. p. 79—200. Jena 1889.

KUPFFER, C. VON, Die Entwickelung von Petromyzon Planeri. Archiv f. mikr. Anatomie. XXXV. p. 469—558. Bonn 1890.

—— Die Entwickelung der Kopfnerven der Vertebraten. Verh. d. Anat. Gesellsch. zu München 1891. p. 22—54. Jena 1891.

—— Studien zur vergl. Entwickelungsgeschichte des Kopfes der Kranioten. I. Die Entwickelung des Kopfes von Acipenser sturio. München und Leipzig 1893. A.

—— Entwickelungsgeschichte des Kopfes. Anat. Hefte. 2. Abth. II. 1892. p. 501—564. Wiesbaden 1893. B.

—— Studien etc. II. Die Entwickelung des Kopfes von Ammocoetes Planeri. München und Leipzig 1894. A.

—— Die Deutung des Hirnanhanges. Sitzungsber. d. Gesellsch. f. Morph. u. Phys. in München f. 1894. p. 59—87. München 1894. B.

—— Ueber die Entwickelung des Kiemenskelets von Ammocoetes und die organogene Bestimmung des Exoderms. Verh. d. Anat. Gesellsch. zu Basel 1895. p. 105—122. Jena 1895. A.

—— Studien etc. III. Die Entwicklung der Kopfnerven von Ammocoetes Planeri. München und Leipzig 1895. B.

KUTSCHIN, O., Ueber das Rückenmark des Neunauges (Petromyzon fluviatilis). Russisch geschriebene Inaug.-Diss. in Gelehrte Denkschr. d. Univ. Kasan 1863. I. p. 31—54. Kasan 1865. Mir aus der Abhandlung von P. OWSJANNIKOW, Ueber die Inaugural-Dissertation des Herrn Dr. Kutschin, das Rückenmark der Neunaugen betreffend. Mél. Biolog. du Bull. d. l'Acad. Imp. Sc. St. Pétersbourg. IV. p. 527—538 (11./23. XI. 1863). St. Pétersbourg 1865 und aus dem Referate über russische Litteratur von L. STIEDA. Arch. f. mikr. Anat. II. p. 527. Bonn 1866 bekannt.

L.

LANGERHANS, P., Untersuchungen über Petromyzon Planeri. Ber. über die Verh. d. naturf. Ges. zu Freiburg i. B. VI. p. 1—115. Freiburg 1876 (separat schon 1873 erschienen).

—— Zur Anatomie des Amphioxus lanceolatus. Arch. f. mikr. Anat. XII. p. 292—348. Bonn 1876.

LANKESTER, E. Ray, On some new Points in the Structure of Amphioxus and their Bearing on the Morphology of Vertebrata. Quart. Journ. Micr. Sc. (2. Ser.). XV. p. 257—267. London 1875.

—— Contributions to the Knowledge of Amphioxus lanceolatus. Ibidem (2. Ser.) XXIX. p. 365 bis 408. London 1889.

LANKESTER, E. Ray and A. WILLEY, The Development of the Atrial Chamber of Amphioxus. Quart. Journ. Micr. Sc. (2. Ser.). XXXI. p. 445—466. London 1890.

LECHE, W., Die Säugethiergattung Galeopithecus. Kongl. Svensk. Vet. Ak. Handl. XXI. No. 11. Stockholm 1886.

—— BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Säugethiere. 30.—34. Lieferung. Leipzig und Heidelberg 1888—1889.

LEISERING, A. G. T. und C. MUELLER, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haus-Säugethiere. 6. Aufl. Berlin 1885.

LENHOSSÉK, M. VON, Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen. 1. Aufl. Berlin 1893. 2. Aufl. Berlin 1895.

LE ROUX s. ROUX.

LEUCKART, R. u. A. PAGENSTECHER, Untersuchungen über niedere Seethiere. MÜLLER's Arch. f. Anat. 1858. p. 558—613. Berlin.

LEURET, Fr. et P. GRATIOLET, Anatomie comparée du système nerveux. T. I. II avec Atlas. Paris 1839—57.

LEYDIG, Fr., Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. Tübingen 1872.

LOCY, W. A., Metameric Segmentation in the Medullary Folds and Embryonic Rim. Anat. Anz. IX. p. 393—415. Jena 1894.

—— The Mid-Brain and its Accessory Optic Vesicles. A Correction. Ibidem IX. p. 486—488. Jena 1894.

—— The Optic Vesicles of Elasmobranchs and their Serial Relation to other Structures on the Cephalic Plate. Journ. of Morph. IX. p. 115—122. Boston 1894.

—— Contribution to the Structure and Development of the Vertebrate Head. Ibidem XI (1895). p. 498—586. Boston 1896.

LONGET, F. A., Anatomie und Physiologie des Nervensystems. Uebers. von A. HEIN. Leipzig 1849.

LUSCHKA, H., Die sensitiven Zweige des Zungenfleischnerven d. Menschen. MÜLLER's Archiv. 1856. p. 62.

M.

MACALISTER, A., Additional Observations on Muscular Anomalies in Human Anatomy (3. Ser.), with a Catalogue of the Principal Muscular Variations hitherto published. Trans. Royal Irish Acad. XXV. p. 1—130. Dublin 1871.

—— A Monograph of the Anatomy of Chlamydophorus truncatus. Ibidem XXV. p. 219—278. Dublin 1875.

—— Report on the Anatomy of Insectivorous Edentates. Ibidem XXV. p. 491—518. Dublin 1875.

MANNERS-SMITH, T. B. A., On some Points in the Anatomy of Ornithorhynchus paradoxus. Proc. Zool. Soc. London 1894. p. 694—715.

MARCUSEN, M. J., Note sur l'anatomie et l'histologie du Branchiostoma lubricum. Compt. rend. Acad. Soc. Paris. T. 58. p. 479. T. 59. p. 89. Paris 1864.

MARSHALL, A. M., On the Head Cavities and associated Nerves of Elasmobranchs. Quart. Journ. Micr. Sc. XXI. p. 72—97. London 1881.

—— The Segmental Value of the Cranial Nerves. Journ. of Anat. and Phys. XVI. p. 305—354. Cambridge and London 1882.

—— and W. B. SPENCER, Observations on the Cranial Nerves of Scyllium. Quart. Journ. Micr. Sc. XXI. p. 469—499. London 1881.

Martin, P., Die erste Entwickelung der Kopfnerven bei der Katze. Oesterr. Monatsschr. f. Thierheilkunde. XV. Sept. p. 1—39. Wien 1890.

—— Die Entwickelung des neunten bis zwölften Kopfnerven bei der Katze. Anat. Anz. VI. p. 228—232. Jena 1891.

Maurer, F., Der Aufbau und die Entwickelung der ventralen Rumpfmuskulatur bei den urodelen Amphibien und deren Beziehung zu den gleichen Muskeln der Selachier und Teleostier. Morph. Jahrb. XVIII. p. 76—179. Leipzig 1892. A.

—— Haut-Sinnesorgane, Feder- und Haaranlagen und deren gegenseitige Beziehungen, ein Beitrag zur Phylogenie der Säugethierhaare. Ibidem XVIII. p. 717—804. Leipzig 1892. B.

—— Die Elemente der Rumpfmuskulatur bei Cyclostomen und höheren Wirbelthieren. Ibidem XXI. p. 473—619. Leipzig 1894.

—— Die ventrale Rumpfmuskulatur der anuren Amphibien. Ibidem XXII. p. 225—262. Jena 1895. A.

—— Die Epidermis und ihre Abkömmlinge. Leipzig 1895. B.

Mayer, C., Anatomisch-physiologische Untersuchungen über das Gehirn, das Rückenmark und die Nerven. Nov. Act. phys. med. nat. cur. Acad. Leop. Carol. XVI. p. 743 ff. Bonnae 1832.

—— Ganglion des Nervus hypoglossus. Briefl. Mitth. Froriep's Notizen. XLVII. p. 330. Weimar 1836.

—— Beiträge zur Anatomie des Elephanten und der übrigen Pachydermen. Verh. d. K. Leop. Carol. Ak. d. Naturf. XIV. p. 1—88. Breslau und Bonn 1847.

Mayser, P., Vergleichend-anatomische Studien über das Gehirn der Knochenfische, mit besonderer Berücksichtigung der Cyprinoiden. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXXVI. p. 259—364. Leipzig 1881.

Mc Gregor, J. H., Preliminary Notes on the Cranial Nerves of Cryptobranchus alleghaniensis. Journ. of Comp. Neurology. VI. p. 45—53. Granville 1896.

Mc Kay, W. J. St., The Morphology of the Muscles of the Shoulder Girdle in Monotremes. Proc. Linn. Soc. N. S. Wales. IX for 1894. p. 263—360. Sydney 1895.

Mc Murrich, J. Pl., The Cranial Muscles of Amia calva, with a Consideration of the Relations of the Postoccipital and Hypoglossal Nerves in the Various Vertebrate Groups. Stud. from the Biol. Lab. of the J. Hopkins Univ. Vol. III. p. 121—153. Baltimore 1885.

Meckel, A., Anatomie des Gehirns der Vögel. Meckel's Deutsches Arch. f. Physiol. II. p. 25—78. Halle und Berlin 1816.

Meckel, J. Fr., Ornithorhynchi paradoxi descriptio anatomica. Lipsiae 1826.

—— System der vergleichenden Anatomie. IV. Halle 1829.

Miklucho-Maclay, N. von, Beiträge zur vergleichenden Neurologie der Wirbelthiere. Leipzig 1870.

Mingazzini, G., Intorno alle origini del N. ipoglosso. Annal. di Freniatr. II. p. 3—10. Torino 1891.

Minot, Ch. S., Human Embryology. New York 1892.

Mitrophanow, P., Note sur la signification métamérique des nerfs crâniens. Congr. Internat. Zool. 2. sess. I. p. 104—111. Moscou 1892.

—— Étude embryogénique sur les Sélaciens. Arch. Zool. Exp. (3. sér.) I. p. 161—220. Paris 1893.

Mollier, S., Die paarigen Extremitäten der Wirbelthiere. 1. Das Ichthyopterygium. Anat. Hefte. 1. Abth. III. p. 1—60. Wiesbaden 1893.

Moreau, C., Note sur la région crânienne de l'Amphioxus. Compt. rend. Ac. Sc. Paris. T. 70. p. 1189—1191. Paris 1870.

Müller, Joh., Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. I. Osteologie und Myologie. Vorgetr. in d. K. Akad. d. Wissensch. zu Berlin im Jahre 1834. Abhandl. d. Berliner Akad. d. Wissensch. p. 1—276. Berlin 1835.

—— Ueber den eigenthümlichen Bau des Gehörorgans bei den Cyclostomen, mit Bemerkungen über die ungleiche Ausbildung der Sinnesorgane bei den Myxinoiden (Fortsetzung der Vergl. Anat. der Myxinoiden). Ibidem. 25. April 1836. p. 15—48. Berlin 1837.

—— Handbuch der Physiologie des Menschen. 3. Aufl. I. Coblenz 1837.

MÜLLER, Joh., Vergleichende Neurologie der Myxinoiden. Abhandl. d. K. Akad. d. Wissensch. vom 15. Febr. 1838. p. 1—83. Berlin 1840.

—— Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. 3. Fortsetzung. Ueber das Gefässsystem. Ibidem a. d. J. 1839 und 1841. p. 1—131. Berlin 1841.

—— Ueber den Bau und die Lebenserscheinungen des Branchiostoma lubricum. Ibidem a. d. J. 1842. p. 79—116. Berlin 1844.

—— Untersuchungen über die Eingeweide der Fische. Schluss der vergl. Anatomie der Myxinoiden. Ibidem. Gelesen am 16. und 23. Juni 1842. p. 1—62. Berlin 1845.

—— Ueber den Bau und die Grenzen der Ganoiden und über das natürliche System der Fische. Ibidem vom Jahre 1844. p. 117—216. Berlin 1846.

MÜLLER, W., Ueber die Hypobranchialrinne der Tunicaten und deren Vorhandensein bei Amphioxus und den Cyclostomen. Jenaische Zeitschr. VII. p. 327 f. Leipzig 1873.

—— Ueber die Stammesentwicklung des Sehorgans der Wirbelthiere. Beitr. zur Anat. u. Phys. als Festschr. f. Carl Ludwig. II. p. I—LXXVI. Leipzig 1875.

N.

NANSEN, Fr., The Structure and Combination of the Histological Elements of the Central Nervous System. Bergens Mus. Aarsber. f. 1886. p. 27—215. Bergen 1887.

NÜSSLIN, O., Zur Kritik des Amphioxusauges. Inaug.-Diss. Tübingen 1877.

O.

OBERSTEINER, H., Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane. 2. Aufl. Leipzig und Wien 1892.

ONODI, A. D., Neurologische Untersuchungen an Selachiern. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Histol. III. p. 325—329. Paris, Leipzig und London 1886.

—— Neurologische Untersuchungen an Selachiern. Math. u. naturw. Berichte aus Ungarn. V. 1886/87. p. 179—188. Budapest und Berlin.

—— Neurologische Mittheilungen. Arch. f. Anat. u. Phys. Phys. Abth. 1887. p. 357—366.

OPPEL, A., Die Vorderkopfsomiten und die Kopfhöhle von Anguis fragilis. Arch. f. mikr. Anat. XXXVI. p. 603—627. Bonn 1890.

OSBORN, H. F., A Contribution to the internal Structure of the Amphibian Brain. Journ. of Morph. II. p. 51—96. Boston 1888.

OSTROUMOFF, A., Ueber die FRORIEP'schen Ganglien bei Selachiern. Zool. Anz. 1889. p. 363—364.

OWEN, R., Description of the Lepidosiren adnectens. Trans. Zool. Soc. II. London 1840.

—— On the Anatomy of the Great Ant-eater (Myrmecophaga jubata). Trans. Zool. Soc. IV. p. 117—130. London 1857.

—— On the Anatomy of Vertebrates. I—III. London 1866—1868.

OWSJANNIKOW, Ph., Disquisitiones microscopicae de medullae spinalis structura. Dorpati 1854.

—— Ueber das Centralnervensystem des Amphioxus lanceolatus. Mél. Biol. Acad. Imp. St. Pétersbourg. XII. p. 427—450. St. Pétersbourg 1868.

P.

PARKER, T. J., Notes on Carcharodon rondeletti. Proc. Zool. Soc. London 1887. p. 27—40.

PARKER, W. K., On the Structure and Development of the Skull in Urodelous Amphibia. I. Phil. Trans. Vol. 167. Part II. 1877. p. 529—597. London 1878.

—— On the Structure and Development of the Skull in Sturgeons (Acipenser ruthenus und A. sturio). Ibidem. Vol. 174. Part I. 1882. p. 139—185. London 1882.

—— On the Skeleton of the Marsipobranch Fishes. I. The Myxinoids. II. Petromyzon. Ibidem. Vol. 174. p. 373—457. London 1883.

—— and G. T. BETTANY, The Morphology of the Skull. London 1877.

Parker, W. N., Zur Anatomie und Physiologie des Protopterus annectens. Ber. d. Naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. B. IV. p. 83—108. Freiburg 1888.

—— On the Anatomy and Physiology of Protopterus annectens (Abstract). Proc. Royal Soc. XLIX. p. 549 f. London 1891.

—— On the Anatomy and Physiology of Protopterus annectens. Trans. Royal Irish Acad. XXX. p. 109—230. Dublin 1892. p. 109—230.

Parsons, F. G., On the Anatomy of Atherura africanus compared with that of other Porcupines. Proc. Zool. Soc. London 1894. p. 675—692.

Paterson, A. M., The Limb Plexuses of Mammals. Journ. Anat. Phys. XXI. p. 611—634. London 1887.

Peter, K., Ueber die Bedeutung des Atlas der Amphibien. Anat. Anz. X. p. 565—574. Jena 1895.

Philipeaux et Vulpian, Mémoire sur la structure de l'encéphale des Poissons cartilagineux et sur l'origine des nerfs crâniens chez les Poissons (Extrait par les auteurs). Compt. rend. Acad. Sc. Paris XXXVII. p. 341—344. Paris 1853.

—— Rapport du M. Duvernoy sur un Mémoire de Mm. Philipeaux et Vulpian, qui a pour sujet la structure de l'encéphale des Raies et des Squales, et l'origine des nerfs crâniens chez les Poissons. Ibidem XXXVIII. p. 336—344, 366—370, 421—424. Paris 1854.

Phisalix, C., Sur les nerfs crâniens d'un embryon humain de trente-deux jours. Compt. rend. Acad. Sc. Tome CIV. p. 242—244. Paris 1887.

Pinkus, F., Ueber einen noch nicht beschriebenen Hirnnerven des Protopterus annectens. Anat. Anz. IX. p. 562—566. Jena 1894. A.

—— Die Hirnnerven von Protopterus annectens. Morph. Arbeiten von G. Schwalbe. IV. p. 275—346. Jena 1894. B.

Platt, Julia B., A Contribution to the Morphology of the Vertebrate Head, based on a Study of Acanthias vulgaris. Journ. of Morph. V. p. 79—112. Boston 1891. A.

—— Further Contribution to the Morphology of the Vertebrate Head. Anat. Anz. VI. p. 251—265. Jena 1891. B.

—— Ontogenetische Differenzirung des Ectoderms in Necturus. 1. Studie. Arch. f. mikr. Anat. XLIII. p. 911—966. Bonn 1894.

Plessen, Jos. von und J. Rabinovicz, Die Kopfnerven von Salamandra maculuta. München 1891.

Pollard, H. B., On the Anatomy and Phylogenetic Position of Polypterus. Anat. Anz. VI. p. 338—344. Jena 1891.

—— On the Anatomy and Phylogenetic Position of Polypterus. Zool. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ontog. V. p. 387—428. Jena 1892.

—— The Oral Cirri of Siluroids and the Origin of the Head in Vertebrates. Ibidem VIII. p. 379—424. Jena 1895. A.

—— Ueber Labialknorpel. Verh. d. Anat. Gesellsch. zu Basel 1895. p. 232—235. Jena 1895. B.

Pouchet, G., Mémoires sur le Grand Fourmilier (Myrmecophaga jubata). Paris 1874.

Prenant, A., Elements d'Embryologie de l'homme et des vertébrés. II. Organogénie. Paris 1896.

Price, G. C., Zur Ontogenie eines Myxinoiden (Bdellostoma Stouti). Sitzungsber. d. math. phys. Cl. d. K. Bayer. Akad. d. Wiss. XXVI. p. 69—74. München 1896. A.

—— Some Points in the Development of a Myxinoid (Bdellostoma Stouti). Verh. d. Anat. Ges. zu Berlin 1896. p. 81—86. Jena 1896. B.

Q.

Quatrefages, A. de, Mémoire sur le Système nerveux et sur l'histologie du Branchiostome ou Amphioxus. Ann. Scienc. Nat. (3. sér.) Zool. IV. p. 197—248. Paris 1845.

R.

Rabl, C., Ueber das Gebiet des Nervus facialis. Anat. Anz. II. p. 219—227. Jena 1887.

—— Theorie des Mesoderms. I. Morph. Jahrb. XV. p. 113—252. Leipzig 1889.

Rabl, C., Ueber die Metamerie des Wirbelthierkopfes. Verh. d. Anat. Ges. 6. Vers. in Wien. p. 104—135. Jena 1892.

Ramon y Cajal s. Cajal.

Ransom, W. B. and D'Arcy W. Thompson, On the Spinal and Visceral Nerves of Cyclostomata. Zool. Anz. IX. p. 421—426. Leipzig 1886.

Rathke, H., Bemerkungen über den inneren Bau der Pricke oder des Petromyzon fluviatilis des Linnaeus. Danzig 1825.

—— Bemerkungen über den Bau des Amphioxus lanceolatus. Königsberg 1841.

Rauber, A., Lehrbuch der Anatomie des Menschen. II. 2. Nervensystem und Sinnesorgane. 3. Aufl. Erlangen 1886. 4. Aufl. Leipzig 1894.

Reichenheim, M., Beiträge zur Kenntniss des elektrischen Centralorgans von Torpedo. Arch. f. Anat u. Physiol. 1873. p. 751—759. Taf. XV u. XVI.

—— Sopra il midollo spinale ed il lobo elettrico della torpedine. Accad. R. dei Lincei (3. ser.) I. p. 1142—1162. Roma 1877.

Reichert, C. B., Zur Anatomie des Branchiostoma lubricum. Reich. u. Du Bois R.'s Arch. f. Anat. 1870. p. 755—758.

Reissner, E., Beiträge zur Kenntniss vom Bau des Rückenmarkes von Petromyzon fluviatilis. Reich. u. Du Bois R.'s Arch. f. Anat. 1860. p. 545—588.

Remak, R., Vermischte anatomische Beobachtungen. Froriep's Neue Notizen. III. p. 150, 151. Weimar 1837.

Retzius, A., Beitrag zur Anatomie des Gefäss- und Nervensystems der Myxine glutinosa. Uebers. a. d. Vetensk. Handl. 1822. II. Isis 1825. p. 1003—1013, auch in Meckel's Archiv 1826. p. 386—404.

—— Fernerer Beitrag zur Anatomie der Myxine glutinosa. Uebers. a. d. Vetensk. Handl. 1824. II. Isis 1825. p. 1013—1027.

Retzius, G., Untersuchungen über die Nervenzellen der cerebrospinalen Ganglien und der übrigen peripherischen Kopfganglien. Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abth. 1880. p. 369—398. Leipzig.

—— Ueber die Ganglienzellen der Cerebrospinalganglien und über subcutane Ganglienzellen bei Myxine glutinosa. Biol. Unters. (N. F.) I. p. 97—99. Stockholm 1890.

—— Zur Kenntniss des centralen Nervensystems von Amphioxus lanceolatus. Ibidem (N. F.) II. p. 29—46. Stockholm 1891.

—— Zur Kenntniss des centralen Nervensystems von Myxine glutinosa. Ibidem (N. F.) II. p. 47—53. Stockholm 1891.

—— Das Gehirn und Auge von Myxine. Ibidem (N. F.) V. p. 55—68. Stockholm 1893.

—— Ueber das Ganglion ciliare. Anat. Anz. IX. p. 633—637. Jena 1894.

—— Ganglion ciliare. Biolog. Unt. (N. F.) VI. p. 37—40. Jena 1894.

—— Ueber die Hypophysis von Myxine. Ibidem (N. F.) VII. p. 19—21. Jena 1895.

—— (Zahlreiche Abhandlungen über den feineren Bau des Nervensystems.) Ibidem (N. F.) I—VII. 1890—1895.

Rice, H. J., Observations upon the habits, structure and development of Amphioxus lanceolatus. Americ. Naturalist. XIV. p. 1—19, 73—95. Salem 1880.

Rohde, E., Histologische Untersuchungen über das Nervensystem von Amphioxus. Zool. Anz. XI. p. 190—196. Leipzig 1888. A.

—— Histologische Untersuchungen über das Nervensystem von Amphioxus lanceolatus. Schneider's Zool. Beiträge. II. 2. p. 169—218. Breslau 1888. B.

Rohon, J. V., Das Centralorgan des Nervensystems der Selachier. Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss. zu Wien. Math. nat. Classe. XXXVIII. p. 43—104. Wien 1878. A.

—— Ueber den Ursprung des N. vagus bei Selachiern. Arb. d. Zool. Inst. d. Univ. Wien. I. p. 151—172. Wien 1878. B.

Rohon, J. V., Untersuchungen über Amphioxus lanceolatus. Denkschr. der math. nat. Cl. d. K. Akad. d. Wiss. in Wien. XLV. Abh. v. Nichtmitgliedern. p. 1—64. Wien 1881.

—— Zur Histiogenese des Rückenmarks der Forelle. Sitzungsber. d. math. phys. Cl. d. K. Bayr. Akad. XIV. p. 39—57. München 1884.

Rolando, L., Saggio sopra la vera struttura del Cervello. Torino 1828.

Roller, C. F. W., Der centrale Verlauf des Nervus accessorius Willisii. Zeitschr. f. Psychiatrie. XXXVII. Berlin 1881.

—— Ein kleinzelliger Hypoglossuskern. Arch. f. mikr. Anat. XIX. p. 383—394. Bonn 1881.

Rolph, W., Untersuchungen über den Bau des Amphioxus lanceolatus. Morph. Jahrb. II. p. 87—164. Leipzig 1876.

Rosenberg, E., Ueber die Entwickelung der Wirbelsäule und des Centrale carpi des Menschen. Morph. Jahrb. I. p. 83—198. Leipzig 1876.

—— Untersuchungen über die Occipitalregion des Cranium und den proximalen Theil der Wirbelsäule einiger Selachier. Festschrift. Dorpat 1884. 26 pgg.

—— Ueber das Kopfskelett einiger Selachier. Sitzungsber. d. Dorpater Naturf. Gesellsch. VIII. p. 31—34. Dorpat 1886.

Rotgans, J., Bijdrage tot de Kennis van het halsgedeelte der laatste vier hersenzenuwen. Acad. Proefschr. Meppel 1886.

Roux, le, Recherches sur le Système nerveux des Poissons. Caen 1887.

S.

Sagemehl, M., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische. I. Das Cranium von Amia calva. Morph. Jahrb. IX. 1883. p. 177—228. Leipzig 1884.

—— Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische. III. Das Cranium der Characiniden nebst allgemeinen Bemerkungen über die mit einem Weber'schen Apparat versehenen Physostomenfamilien. Ibidem X. 1884. p. 1—119. Leipzig 1885.

—— Bearbeitung der Fische. Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs. Lief. 4. Leipzig und Heidelberg 1885.

—— Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische. IV. Das Cranium der Cyprinoiden. Aus dem Nachlass des 1885 verstorbenen Verf. herausgegeben von C. Gegenbaur u. H. Klaatsch. Morph. Jahrb. XVII. p. 489—595. Leipzig 1891.

Sanders, A., Contributions to the Anatomy of the Central Nervous System in Vertebrate Animals. I. Ichthyopsida. 1. Pisces. 1. Teleostei. Phil. Trans. Vol. 169. Part II. Read 1878. p. 735—776. London 1879.

—— Contributions to the Anatomy of the Central Nervous System of the Plagiostomata. Abstract. Nature. XXXIII. p. 333. London 1886.

—— Contributions to the Anatomy of the Central Nervous System in Vert. Animals. I. Pisces. 2. Plagiostomata. Phil. Trans. Vol. 177. Part. II. Read 7. 1. 1886. p. 733—766. London 1887.

—— Contributions to the Anatomy of the Central Nervous System in Vertebrate Animals. On the Brain of the Ceratodus Forsteri. Proc. Royal Society. London XLIII. p. 420 f. London 1887/88.

—— Contributions to the Anatomy of the Central Nervous System in Ceratodus Forsteri. Ann. and Mag. Nat. Hist. (6. Ser.) III. p. 157—188. London 1889.

—— Researches in the Nervous System of Myxine glutinosa. London 1894.

Santorini, J. D., Septemdecim tabulae anatomicae. Parmae 1775.

Schäffer, O., Ueber die Ursprungsverhältnisse des Nervus hypoglossus. Inaug.-Diss. Erlangen 1889.

Schiess, H., Versuch einer speciellen Neurologie der Rana esculenta. Inaug.-Diss. St. Gallen und Bern 1857.

Schlemm, Fr. und E. d'Alton, Ueber das Nervensystem des Petromyzon. Müller's Archiv 1838 p. 263—273. 1840. p. 5. Taf. I. Berlin 1838, 1840.

Schmidt, F. I. J., Q. J. Goddard et J. van der Hoeven. Aanteekeningen over de Anatomie van den Cryptobranchus japonicus. Haarlem 1862.

Schneider, A., Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere. Berlin 1879.

—— Ueber die Nerven von Amphioxus, Ammocoetes und Petromyzon. Zool. Anz. III. p. 330—334. Leipzig 1880.

—— Ueber den Rectus von Petromyzon. Zool. Anz. V. p. 164. Leipzig 1882.

—— Zur frühesten Entwickelung besonders der Muskeln der Elasmobranchier. (Nach seinem Tode von Rohde herausgegeben). Schneider's Zoolog. Beiträge. II. p. 251—267. Breslau 1890.

—— Studien zur Systematik und zur vergleichenden Anatomie, Entwickelungsgeschichte und Histologie der Wirbelthiere. (Nach seinem Tode von Rohde herausgegebenes Fragment, blos Tafel und Tafelerklärungen enthaltend.) Ibidem. II. p. 268—270. Breslau 1890.

Schneider, P., Topographische Anatomie des Vorderhalses beim Kaninchen. Inaug.-Diss. Berlin 1867.

Schulze, F. E., Ueber die inneren Kiemen der Batrachierlarven. II. Abh. K. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1892. Phys. math. Cl. Abh. III. p. 1—66. Berlin 1892.

Schwalbe, G., Das Ganglion oculomotorii. Jenaische Zeitschr. f. Nat. XIII. p. 173—268. Jena 1879.

—— Lehrbuch der Neurologie. 2. Aufl. von Quain-Hoffmann's Anatomie. II. 2. Erlangen 1881.

Scott, W. B., Vorläufige Mittheilung über die Entwickelungsgeschichte der Petromyzonten. Zool. Anz. III. p. 422—426, 443—446. Leipzig 1880.

—— Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Petromyzonten. Morph. Jahrb. VII. p. 101—172. Leipzig 1881.

—— The Embryology of Petromyzon. Journ. of Morphol. I. 2. p. 253—310. December 1887. Boston.

Sedgwick, A., Notes on Elasmobranch Development. Quart. Journ. Micr. Sc. (2). XXXIII. p. 559—586. London 1892.

—— On the Inadequacy of the Cell Theory, and on the Early Development of Nerves, particularly of the Third Nerve and of the Sympathetic in Elasmobranchii. Stud. Morph. Labor. in Cambridge. VI. p. 93—107. London 1896.

Seeliger, O., Ueber die Entstehung des Peribranchialraums in den Embryonen der Ascidien. Zeitschr. f. wiss. Zool. LVI. p. 365—401. Leipzig 1893.

Semon, R., Ueber die morphologische Bedeutung der Urniere in ihrem Verhältniss zur Vorniere und Nebenniere und über die Verbindung mit dem Genitalsystem. Anat. Anz. V. p. 455—482. Jena 1890.

—— Studien über den Bauplan des Urogenitalsystems der Wirbelthiere. Jenaische Zeitschr. N. F. XIX. p. 89—203. Jena 1891.

—— Die äussere Entwickelung des Ceratodus Forsteri. Semon's Forschungsreisen. I. p. 29—50. Jena 1893.

Sewertzoff, A., Die Entwickelung der Occipitalregion der niederen Vertebraten im Zusammenhang mit der Frage über die Metamerie des Kopfes. Extr. du Bullet. d. l. Soc. Impér. des Naturalistes de Moscou. 1895. No. 2.

Shattock, S. G., A „kerato-thyro-hyoid“ Muscle as a Variation in Human Anatomy. Journ. Anat. Phys. XVII. p. 124, 125. London and Cambridge 1883.

Shipley, A. E., On some Points in the Development of Petromyzon fluviatilis. Stud. Morph. Lab. Cambridge. III. p. 173—218. London 1888. (1887 in Quart. Journ. Micr. Sc. erschienen.)

Shore, Th. W., The Morphology of the Vagus Nerve. Journ. Anat. Phys. XXII. p. 372—390. London and Cambridge 1888.

—— On the Minute Anatomy of the Vagus Nerve in Selachians with Remarks on the Segmental Value of the Cranial Nerves. Ibidem. XXIII. p. 428—451. 1889.

SHUFELDT, R. W., The Osteology of Amia calva; including certain special references to the Skeleton of Teleosteans. U. S. Fish. Comm. P. XI. Rep. for 1883. p. 747—879.

—— The Myology of the Raven (Corvus corax sinuatus). London 1890.

SÖRENSEN, W., Om Forbeninger i Svömmebloeren, Pleura og Aortas Vaeg og Sammensmeltning deraf med Hvirvelsöjlen saerlig hos Siluroiderne, samt de saakaldte Weberske Knoglers Morfologi. Vid. Selsk. Skr. Kjöbenhavn. Nat. Math. Afd. (6.) VI. p. 65—152. Kjöbenhavn 1890.

SOLGER, B., Ueber zwei im Bereiche des Visceralskelettes von Chimaera monstrosa vorkommende noch unbeschriebene Knorpelstückchen. Morph. Jahrb. I. p. 219—221. Leipzig 1876.

SPENGEL, J. W., Beitrag zur Kenntniss der Kiemen des Amphioxus. Zoolog. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ontog. IV. p. 257—296. Jena 1890.

STADERINI, R., Sopra la distribuzione dei nervi glosso-faringeo, vago e ipoglosso in alcuni Rettili ed Uccelli. Atti Accad. Fisiocrit. Siena. (4). I. p. 585—599. Siena 1889.

—— Sopra un nucleo di cellule nervose intercalato tra i nuclei di origine del Vago e dell' Ipoglosso. Monit. Zoolog. Ital. V. p. 178—183. Firenze 1894.

—— Ricerche sperimentali sopra la origine reale del nervo ipoglosso. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. XII. p. 220—246. Leipzig, Paris und London 1895.

STANNIUS, H., Symbolae ad anatomiam piscium. Rostochii 1839.

—— Ueber das peripherische Nervensystem des Dorsch (Gadus callarias). MÜLLER's Archiv 1842. p. 338—366.

—— Ueber den Bau des Gehirnes des Störs. Ibidem 1843. p. 36—45.

—— Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. Berlin 1846.

—— Das peripherische Nervensystem der Fische. Rostock 1849.

—— Ueber den Bau der Muskeln bei Petromyzon fluviatilis. Göttinger Nachrichten 1851. p. 225—235.

—— Zootomie der Fische. (2. Aufl.). Berlin 1854.

—— Zootomie der Amphibien. (2. Aufl.). Berlin 1856.

STEINER, J., Ueber das Centralnervensystem des Haifisches und des Amphioxus, und über die halbcirkelförmigen Canäle des Haifisches. Sitzungsb. d. K. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1886. p. 495—499.

STIEDA, L., Studien über das centrale Nervensystem der Vögel und Säugethiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. XIX. p. 1—94. Leipzig 1868. Sep.-Abdr. 94 pgg. und 3 Taf.

—— Studien über das centrale Nervensystem der Wirbelthiere. Ibidem. XX. p. 273—456. Leipzig 1870. Sep.-Abdr. III, 184 pgg. und 4 Taf.

—— Studien über den Amphioxus lanceolatus. Mém. de l'Acad. Imp. St. Pétersbourg. (7. sér. XIX. No. 7. p. 1—71. St. Pétersbourg 1873.

STILLING, B., Ueber die Textur und Funktion der Medulla oblongata. Erlangen 1843.

—— Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. Cassel 1859.

STÖHR, Ph., Zur Entwickelungsgeschichte des Urodelenschädels. Zeitschr. für wiss. Zool. XXXIII. p. 477—526. Leipzig 1879.

—— Zur Entwickelungsgeschichte des Anurenschädels. Ibidem. XXXVI. p. 68—103. Leipzig 1881.

STRASSER, H., Alte und neue Probleme der entwickelungsgeschichtlichen Forschung auf dem Gebiete des Nervensystems. Anat. Hefte. II. 1. 1891. p. 721—769. Wiesbaden 1892.

STRONG, O. S., The Structure and Homologies of the Cranial Nerves of the Amphibia as determined by their Peripheral Distribution and Internal Origin. Zool. Anz. XIII. p. 598—607. Leipzig 1890.

—— The Structure and Homologies of the Cranial Nerves of the Amphibia. Anat. Anz. VII. p. 467—471. Jena 1892.

—— The Cranial Nerves of Amphibia. Journ. of Morph. X. p. 101—230. Boston 1895.

SUTTON, J. B., On some Points in the Anatomy of the Chimpanzee (Anthropopithecus troglodytes). Journ. Anat. Phys. XVII. p. 66—85. London and Cambridge 1884.

Swan, J., Illustrations of the Comparative Anatomy of the Nervous System. London 1837.

Studnička, F. K., Zur Lösung einiger Fragen aus der Morphologie des Vorderhirns der Cranioten. Anat. Anz. IX. p. 307—320. Jena 1894.

—— Ueber die terminale Partie des Rückenmarkes. Sitzungsber. d. K. Böhm. Ges. d. Wiss. Math. nat. Cl. 1895. L. p. 1—8. Prag 1895. A.

—— Ein Beitrag zur vergleichenden Histologie und Histogenese des Rückenmarkes. (Ueber die sog. „Hinterzellen“ des Rückenmarkes.) Ibidem 1895. LI. p. 1—32. Prag 1895. B.

T.

Testut, L., Les anomalies musculaires chez l'homme expliquées par l'anatomie comparée. Paris 1884.

Thomsen, R., Ueber eigenthümliche aus veränderten Ganglienzellen hervorgegangene Gebilde in den Stämmen der Hirnnerven des Menschen. Virchow's Archiv. CIX. p. 459—464. Berlin 1887.

Tiedemann, Fr., Anatomie und Naturgeschichte der Vögel. I. Heidelberg 1810.

—— Icones cerebri simiarum et quorundam mammalium rariorum. Heidelbergae 1821.

Tiesing, B., Ein Beitrag zur Kenntniss der Augen-, Kiefer- und Kiemenmuskulatur der Haie und Rochen. Jenaische Zeitschr. XXX. p. 75—126. Jena 1895.

Turner, C. H., Morphology of the Avian Brain. Journ. Comp. Neurol. I. p. 39—92, p. 107—132, p. 265—285. Granville 1891.

Turner, Wm., A Contribution to the Visceral Anatomy of the Greenland Shark (Laemargus borealis). Proc. Roy. Soc. of Edinburgh. Vol. VIII. 1872/75. p. 81—84. Edinburgh 1875.

Turner, W. A., The Central Connections and Relations of the Trigeminal, Vago-Glossopharyngeal, Vago-Accessory, and Hypoglossal Nerves. Journ. of Anat. and Phys. XXIX. p. 1—15. London and Cambridge 1894.

V.

Valentin, G., Hirn- und Nervenlehre. Leipzig 1841.

van Bemmelen s. Bemmelen, van.

van Beneden s. Beneden, van.

van Wijhe s. Wijhe, van.

Vetter, B., Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Kiemen- und Kiefermuskulatur der Fische. I. II. Jenaische Zeitschr. VIII. p. 405—458. XII. p. 431—550. Jena 1874, 1878.

Viault, Fr., Recherches histologiques sur la structure des centres nerveux des Plagiostomes. Arch. d. Zoologie expériment. et générale. V. p. 441 f. Paris 1876.

Vincenzi, L., Sull' origine reale del nervo ipoglosso. Alti R. Accad. Sc. Torino. XX. p. 798—806. Torino 1885.

Vogt, C., Zur Neurologie von Python tigris. Müller's Archiv 1839. p. 39—58.

—— Beiträge zur Neurologie der Reptilien. Neue Denkschr. d. allg. Schweiz. Gesellsch. f. d. ges. Naturw. IV. Neuchâtel 1840. Separatabdr. 60 pgg.

Volkmann, A. W., Von dem Baue und den Verrichtungen der Kopfnerven des Frosches. Müller's Archiv 1838. p. 70—89.

—— Ueber die motorischen Wirkungen der Kopf- und Halsnerven. Müller's Archiv 1840. p. 475—509. Berlin 1840.

—— Beobachtungen und Reflexionen über Nervenanastomosen. Müller's Archiv 1840. p. 510—532. Berlin.

Vrolik, W., Recherches d'anatomie comparée sur le Chimpansé. Amsterdam 1841.

Vulpian, A., Sur la racine postérieure ou ganglionnaire du nerf hypoglosse. Journ. d. l. Physiol. No. XVII. Janv. 1862. p. 5 f. Paris 1862.

W.

Waldeyer, W., Das Gorilla-Rückenmark. Abh. d. K. Akad. d. Wissensch. Berlin 1889. Separatabdr. p. 1—147.

Waldschmidt, J., Zur Anatomie des Nervensystems der Gymnophionen. Jenaische Zeitschr. XX. p. 461—476. Jena 1887.

Walter, F., Das Visceralskelett und seine Muskulatur. Jenaische Zeitschr. XXI. p. 1—45. Jena 1887.

Watteville, Baron A. de, A Description of the Cerebral and Spinal Nerves of Rana esculenta. Journ. Anat. Phys. IX. p. 145—162. Cambridge and London 1875.

Weber, E. H., De aure et auditu hominis et animalium. I. De aure animalium aquatilium. Lipsiae 1820.

—— Ueber vier Längennerven bei einigen Fischen, von denen zwei von dem Trigeminus und zwei vom Vagus entspringen, die die ganze Länge des Rumpfes durchlaufen. Meckels Archiv 1827. p. 303 f.

Weiss, F. E., Excretory Tubules in Amphioxus lanceolatus. Quart. Journ. Micr. Sc. XXXI. p. 489—497. London 1890.

Westling, Charlotte, Beiträge zur Kenntniss des peripherischen Nervensystems. Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. IX. No. 8. 48 pgg. Stockholm 1884.

—— Anatomische Untersuchungen über Echidna. Ibidem. Bd. XV. Afd. 4. No. 3. 71 pgg. Stockholm 1889.

Wiedersheim, R., Das Kopfskelett der Urodelen. Morph. Jahrb. III. p. 352—448, p. 459—548. Leipzig 1877. Sep.-Abdr. VIII, 187 pgg. mit 9 Taf. und 6 Holzschn.

—— Zur Anatomie der Gymnophionen. Jena 1879. A.

—— Ueber das Gehirn und die spinalartigen Hirnnerven von Ammocoetes. Zool. Anz. II. p. 589—592. Leipzig 1879. B.

—— Zur Gegenbaur'schen Hypothese über die Entstehung des Extremitätengürtels. Vortrag, gehalten im medic. Referat-Club zu Freiburg i/B. am 11. Nov. 1879. p. 1—3. 1879. C.

—— Das Gehirn von Ammocoetes und Petromyzon Planeri mit besonderer Berücksichtigung der spinalartigen Hirnnerven. Jenaische Zeitschr. XIV. p. 1—24. Jena 1880. A.

—— Die spinalartigen Hirnnerven von Ammocoetes und Petromyzon Planeri. Zool. Anz. III. p. 446—449. Leipzig 1880. B.

—— Das Skelett und Nervensystem von Lepidosiren annectens. Jenaisch. Zeitsch. f. Naturw. XIV. p. 155—192. Jena 1880. C.

—— Das centrale Nervensystem des Frosches. Ecker's Anatomie des Frosches. II. Nerven- und Gefässlehre. Braunschweig 1881.

—— Ecker's Anatomie des Frosches. III. Eingeweide, Integument und Sinnesorgane. Braunschweig 1882.

—— Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. 1. Aufl. Jena 1883.

—— Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. 1. Aufl. Jena 1884.

—— Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. 2. Aufl. Jena 1886.

—— Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. 2. Aufl. Jena 1888.

—— Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. 3. Aufl. Jena 1893.

Wijhe, J. W. van, Over het Visceralskelet en de Zenuwen van den Kop der Ganoiden. Acad. Proefschr. Leiden 1880.

—— Ueber das Visceralskelett und die Nerven des Kopfes der Ganoiden und von Ceratodus. Separatabdruck a. d. Niederl. Arch. f. Zool. V. 3. Leiden 1882.

—— Ueber die Mesodermsegmente und die Entwickelung der Nerven des Selachierkopfes. Natuurk. Verh. d. Kon. Akad. v. Wetensch. XXII. p. 1—50. Amsterdam 1882.

WIJHE, J. W. VAN, Over de somieten en de ontwikkeling der zenuwen van den Kop der Vogels en Reptilien. Verh. K. Akad. Wet. Amsterdam 1883. Zitting van 24. Febr. 1883. p. 2—4. Später deutsch edirt unter dem Titel: Ueber Somiten und Nerven im Kopfe von Vögel- und Reptilien-Embryonen. Zool. Anz. IX. p. 657—660. Leipzig 1886. A.

—— Ueber die Kopfsegmente und die Phylogenie des Geruchsorgans der Wirbelthiere. Zool. Anz. IX. p. 678—682. Leipzig 1886. B.

—— Ueber die Entwicklung des Excretionssystemes und anderer Organe bei Selachiern. Anat. Anz. III. p. 74—76. Jena 1888.

—— Ueber die Mesodermsegmente des Rumpfes und die Entwickelung des Excretionssystems bei Selachiern. Arch. f. mikr. Anat. XXXIII. p. 461—516. Bonn 1889. A.

—— Die Kopfregion der Kranioten beim Amphioxus, nebst Bemerkungen über die Wirbeltheorie des Schädels. Anat. Anz. IV. p. 558—566. Jena 1889. B.

—— Ueber Amphioxus. Ibidem. VIII. p. 152—172. Jena 1893. A.

—— Over de ventrale zenuwen (ventrale wortels) bij Amphioxus. Tijdsch. d. Nederl. Dierk. Ver. (2. Ser.) IV. Verslagen 1893. p. XLI. XLII. Leiden 1893/94. B.

—— Over de herzenzenuwen der Cranioten bij Amphioxus. Kon. Akad. v. Wetensch. Versl. d. Afd. Natuurkunde A°. 1894. p. 108—115. Amsterdam 1894/95.

WIJMAN, J., Anatomy of the Nervous System of Rana pipiens. Smithson. Contrib. V. Washington 1853.

—— A Description of some Instances of the Passage of Nerves across the middle line of the body. Amer. Jour. Med. Science. XLVII. April 1864. p. 343 f.

WILDER, H. H., A Contribution to the Anatomy of Siren lacertina. Zoolog. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ontog. IV. p. 653—696. Jena 1891.

WILLEY, A., The Later Larval Development of Amphioxus. Quart. Journ. Micr. Sc. (2. ser.) XXXI. p. 183—234. London 1891.

—— Studies on the Protochordata. I. Ibidem. (2. Ser.) XXXIV. p. 317—360. London 1893.

—— Amphioxus and the Ancestry of the Vertebrates. Columb. Univ. Biol. Ser. II. p. 1—316. New York 1894.

WILLIS, Th. W., Cerebri anatome, cui accessit nervorum descriptio et usus. Londini 1664.

WRIGHT, R. Ramsay, On the Nervous System and Sense Organs of Amiurus. Contribution to the Anatomy of Amiurus. Reprinted from the Proc. Canad. Institute. (N. S.) II. p. 352—386. Toronto 1884.

Z.

ZIMMERMANN, W., Ueber die Metamerie des Wirbelthierkopfes. Verh. der Anat. Gesellsch. zu München 1891. p. 107—114. Jena 1891.

—— Diskussion zu dem Vortrage von B. HATSCHEK, die Metamerie des Amphioxus und Ammocoetes. Verh. der Anat. Gesellsch. zu Wien 1892. p. 161. Jena 1892.

—— Demonstration einer Rekonstruktionszeichnung des Abducens, der ventralen Wurzeln des Glossopharyngeus und Vagus und des Hypoglossus eines menschlichen Embryo Anfangs des zweiten Monats. Abh. der Anat. Ges. zu Göttingen 1893. p. 216. Jena 1893.

Tafel-Erklärung.

Für alle Figuren der Tafeln gültige Bezeichnungen.

a	Erster occipito-spinaler Nerv.
	a^d dorsaler, a^v ventrale Wurzel desselben.
A.br. 1—5	Arteria branchialis 1—5.
A.cr.vb, Art.cr.vb	Articulatio cranio-vertebralis.
A.epbr. 1—6	Arteria epibranchialis 1—6.
A.kr.vb.	Articulatio cranio-vertebralis (besser intervertebralis) von Chimaera.
Abd.	Nervus abducens.
Ac, ac.	Nervus acusticus resp. Foramen für denselben.
acc.	Nervus accessorius Willisii.
	acc.a Ramus anterior, *acc.p.* R. posterior desselben.
am	Musc. adductor mandibulae.
Ao	Aorta.
Ao.d	Aorta dorsalis.
Arc. 1	Erster freier Wirbelbogen (Taf. VII Fig. 8).
arc.d. 1—5	Musc. arcualis dorsalis 1—5.
Art.	Arterie (Taf. VII, VIII).
Art.sp.	Arteria spinalis (Taf. VII Fig. 22).
b	Zweiter occipito-spinaler Nerv.
	b^d dorsale, b^v ventrale Wurzel desselben.
(b + c)	Vereinigter zweiter und dritter occipito-spinaler Nerv.
	$(b+c)^v$ Ventrale Wurzel desselben.
B.cr.	Basis cranii.
Br. 1—6	Erster bis sechster Kiemenbogen (auf Taf. II, Taf. IV. 2 und Taf. V die Basalia, auf Taf. IV. 1 die durchschnittenen Mittelstücke, auf Taf. VI die ventralen Glieder derselben bezeichnend).
c	Dritter occipito-spinaler Nerv.
	c^d dorsale, c^v ventrale Wurzel desselben.
c (3)	Uebergangsnerv zwischen dem dritten occipito-spinalen und einem freien spinalen Nerven (Taf. VII, VIII).
Car.	Canalis caroticus (Taf. I).
car.p.	Hinterer Hauptstock des Musc. coraco-arcualis (Taf. IV, Taf. VI).
CB	Querer Basalkanal (Taf. I).
cbr	Musc. coraco-branchiales.
cbr 1—7	Musc. coraco-branchiales 1—7.
Ch	Chorda dorsalis.
chy	Musc. coraco-hyoideus.
cm	Musc. coraco-mandibularis.
Co	Costa, Rippe.
Cor	Coracoid.
Cp.hy	Copula hyoidea.
cpm	Musc. coraco-praemandibularis (Taf. IV. 3).
Cpr 1—3	Copularia (Hypobranchialia) des ersten bis dritten Kiemenbogens.
Cr. 1. 2.	Erster, zweiter Wirbelbogen (Crurale).
Cra	Cranium.
Cru 1—12	Erster bis zwölfter Wirbelbogen (Crurale).
csd 1—5	Musc. constrictor superficialis dorsalis 1—5.
csv 1—5	Musc. constrictor superficialis ventralis 1—5.
d	Dorsale Zone des dorsalen Abschnittes des Seitenrumpfmuskels (Taf. II).
d	Vierter occipito-spinaler Nerv (Taf. VII, VIII).
	d^d dorsale, d^v ventrale Wurzel desselben.

d (4)	Uebergangsnerv zwischen dem 4. occipito-spinalen und einem freien spinalen Nerven (Taf. VII, VIII).
dhm	Musc. depressor hyo-mandibularis.
dl	Dorso-laterale Zone des dorsalen Abschnittes des Seitenrumpfmuskels (Taf. II).
dm	Musc. depressor mandibulae.
dr	Musc. depressor rostri.
e	Fünfter occipito-spinaler Nerv. e^d dorsale, e^v ventrale Wurzel desselben.
e (5)	Uebergangsnerv zwischen dem 5. occipito-spinalen und einem freien spinalen Nerven (Taf. VII).
Ebr	Aeussere Kiemenbogen (Ectobranchialia) (Taf. VI).
El	Elektrisches Organ (Taf. II).
f (6)	Uebergangsnerv zwischen dem 6. occipito-spinalen und einem freien spinalen Nerven (Taf. VII, VIII).
fac	Nervus facialis resp. Foramen für denselben.
g (7)	Uebergangsnerv zwischen dem 7. occipito-spinalen und einem freien spinalen Nerven (Taf. VII, VIII).
gph	Nervus glossopharyngeus resp. Foramen für denselben.
h (8)	Uebergangsnerv zwischen dem 8. occipito-spinalen und einem freien spinalen Nerven (Taf. VII, VIII).
HM	Hyomandibulare (Taf. II, Taf. IV).
*HM**	Gelenkfläche am Kranium für das Hyomandibulare (Taf. I).
Hy	Hyoid (Taf. IV).
hy, hy (a + b + c)	Nervus hypoglossus (Taf. VIII).
ib	Musc. interbasalis.
ib. 1—5	Musc. interbasales 1—5.
I Cr	Intercrurale (Intercalare) der Wirbel.
I Cr 1—13	Intercruralia 1—13.
Kra	Kranium.
Lab	Labyrinth (angeschnitten) (Taf. II).
Lg, Lig	Ligamentum.
Lg. bv	Lig. basi-vertebrale (Taf. V).
Lg. sp	Lig. suspensorium atlantis (Taf. VII).
Lg. vb. c	Lig. vertebrale commune ventrale (Taf. V).
lhm	Musc. levator hyomandibularis (Taf. II).
lls	Musc. levator labii supe ioris (Taf. II).
ls	Musc. levator scapulae (ventraler Theil der Rumpfmuskulatur).
M.	Musculus.
M. d.	Dorsale Zone des dorsalen Abschnittes des Seitenrumpfmuskels.
M. dl.	Dorso-laterale Zone des dorsalen Abschnittes des Seitenrumpfmuskels.
M. ph	Pharyxnmuskulatur.
M. rect. ext.	Musc. rectus externus oculi (Taf. VII).
Md, Mdb.	Mandibula.
Med.	Medulla spinalis.
Oc	Auge (Oculus).
om	Nervus oculomotorius resp. Foramen für denselben.
Pc	Procoracoid (Taf. VIII).
Pg	Parietalgrube (Taf. I).
Pl. br.	Plexus brachialis s. pterygialis.
Pl. cv.	Plexus cervicalis.
PM	Praemandibularknorpel (hinterer ventraler Lippenknorpel) (Taf. IV, VI).
Po	Processus postorbitalis (Taf. I).
PQ	Palatoquadratum (Taf. IV).

*PQ**	Hintere Gelenkfläche am Kranium für das Palatoquadratum (Taf. I).
Prcd	Pericardium.
Psph	Parasphenoid (Taf. VII).
Pter. ant.	Vordere Flosse.
R. a	Ramus anterior nervi hypoglossi (Taf. VIII).
R. a. vg	Ram. anastomoticus n. vagi (Taf. VIII).
R. abd	Ram. musc. transversi abdominis (Taf. VIII. 10).
R. arc. d. 1—5	Nervenzweige für die Musc. arcuales dorsales 1—5.
R. br. vg	Rami branchiales nervi vagi.
R. carc. p.	Nervenzweige für den hinteren Hauptstock des Musc. coraco-arcualis.
R. cbr	Nervenzweige für die Musc. coraco-branchiales.
R. cbr 1—7	Zweige für die Musc. coraco-branchiales 1—7.
R. chy	Nervenzweige für den Musc. coraco-hyoideus.
R. cm	Nervenzweige für den Musc. coraco-mandibularis.
R. cut, Rr. cut.	Ramus cutaneus, Rami cutanei, Hautnerven.
R. cut. pl. cr.	Ramus cutaneus des Plexus cervicalis.
R. d.	Dorsaler Ast der Spinalnerven.
R. d. 1—6	Dorsale Aeste des ersten bis sechsten Spinalnerven.
R. dl, Rr. dl	Nervenzweig (Nervenzweige) für die dorso-laterale Abtheilung des Seitenrumpfmuskels.
R. ib, Rr. ib	Nervenzweig (Nervenzweige) für die Musc. interbasales.
R. ib. 1—3	Nervenzweig für den ersten bis dritten Musc. interbasalis.
R. int. vg.	Ramus intestinalis nervi vagi.
R. lat. vg., R. lt. vg.	Ramus lateralis nervi vagi (superior).
R. ls	Nervenzweig für den Musc. levator scapulae.
R. lt. vg. inf.	Ramus lateralis nervi vagi inferior (Taf. VIII. 8).
R. lt. vg. sup.	Ramus lateralis nervi vagi superior (Taf. VIII. 8).
Rr. m. dl.	Nervenzweige für die dorso-laterale Abtheilung des Seitenrumpfmuskels.
R. ohy	Nervenzweige für den Musc. omo-hyoideus (Taf. VIII).
R. ohy', R. ohy''	Nervenzweige für den vorderen und hinteren Bauch des Musc. omo-hyoideus (Taf. VIII).
R. p.	Ramus posterior nervi hypoglossi (Taf. VIII).
R. pect.	Ramus musc. pectoralis (Taf. VIII. 10).
R. pch. sc	Nervenzweige für das Perichondrium der Scapula (Taf. II).
Rr. ph. vg.	Rami pharyngei nervi vagi.
Rr. prt. br. 1—3 vg.	Rami praetrematici branchiales 1—3 nervi vagi.
R. prt. gph.	Ramus praetrematicus nervi glossopharyngei.
Rr. pst. br. 1—3 vg.	Rami posttrematici branchiales 1—3 nervi vagi.
R. pst. gph.	Ramus posttrematicus nervi glossopharyngei.
R. sbsp., Rr. sbsp.	Nervenzweig (Nervenzweige) für den Musc. subspinalis.
R. spc.	Ramus musc. supracoracoidei (Taf. VIII. 10).
Rr. sthy	Nervenzweige für den Musc. sterno-hyoideus resp. episterno-hyoideus (Taf. VIII).
R. stth	Nervenzweig für den Musc. sterno-thyreoideus.
Rr. tr.	Nervenzweige für den Musc. trapezius.
R. visc. vg.	Ramus visceralis nervi vagi.
Ro	Rostrum (Taf. IV. 3).
sbsp	Musc. subspinalis.
sbsp. a, sbsp. b	Die beiden Abtheilungen des Musc. subspinalis der Notidaniden (Taf. II, V).
Sc	Scapula, dorsaler Theil des Schultergürtels.
*Sc**	Durchschnitt der Scapula (Taf. IV. 2).
Spir	Spiraculare.
sy	Nervus sympathicus.
Td	Sehne (Tendo) (Taf. VIII. 7).
tr	Nervus trigeminus resp. Foramen für denselben (Taf. I).
tr	Musc. trapezius (Taf. II).
Tr. br. 1—5	Erste bis fünfte Kiemenspalte (Trema branchiale).
Trig	Nervus trigeminus (Taf. VII).

v	Fünftletzter Occipitalnerv resp. Foramen für denselben (Taf. I).
V.br.	Vena branchialis (Taf. III. 4).
Vb	Wirbel, Wirbelsäule, Wirbelkomplex der Rochen und Holocephalen.
Vb. 1—12	Erster bis zwölfter Wirbel.
Vb'	Lateraler Fortsatz des Wirbelkomplexes der Rochen (Taf. II).
Vb''	Processus scapularis des Wirbelkomplexes der Rochen (Taf. II).
vg	Nervus vagus.
w	Viertletzter Occipitalnerv resp. Foramen für denselben.
x	Drittletzter Occipitalnerv resp. Foramen für denselben.
y	Vorletzter Occipitalnerv resp. Foramen für denselben. y^v Ventrale Wurzel desselben.
z	Letzter Occipitalnerv resp. Foramen für denselben. z^d dorsale, z^v ventrale Wurzel desselben.
α, β	Erster und zweiter spino-occipitaler Nerv von Petromyzon (Taf. VII. 22).
$\gamma, \delta \ldots$	Erster, zweiter und folgende spinale Nerven von Petromyzon (Taf. VII. 22).
$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$	Wurzelbündel des Nervus hypoglossus von Ornithorhynchus (Taf. VIII. 17).
1—22	Erster bis zweiundzwanzigster freier Spinalnerv. 1^d—22^d, dorsale, 1^v—22^v ventrale Wurzeln derselben.
4 (1)	Erster freier Spinalnerv der Amnioten (Taf. VII),
5 (2)	Zweiter freier Spinalnerv der Amnioten (Taf. VII).
6 (3)	Dritter freier Spinalnerv der Amnioten (Taf. VII).
+	Ein Pluszeichen drückt die Verbindung verschiedener auf einander folgender Nerven aus, z. B. bedeutet $z + 1 + 2$ die Verbindung des letzten occipitalen und der beiden ersten spinalen Nerven (Taf. III) oder $a + b + c$ die Vereinigung der drei occipito-spinalen Nerven (Taf. VII, VIII) etc.
$x - 6$	bedeutet (Taf. III. 11) die Vereinigung der drei letzten Occipitalnerven (x, y, z) und der sechs ersten Spinalnerven (1, 2, 3, 4, 5, 6).

Tafel I.

Mediane Sagittalschnitte durch den Schädel und den Anfang der Wirbelsäule von Selachiern und Holocephalen, nach Wegnahme des Gehirns und Rückenmarks, um die inneren Eintritte der cerebralen und spino-occipitalen Nerven in die Schädelwand zu zeigen. Bei Fig. 8, 9 und 13 sind durch weitere Präparation die Durchtrittskanäle der occipitalen Nerven freigelegt. Die natürliche Richtung der eintretenden Nerven ist, wenn möglich, annähernd wiedergegeben; zum Theil mussten dieselben aber auch etwas nach oben oder unten geschlagen werden, um die Eintritte recht deutlich zu zeigen. Fig. 2 giebt eine äussere Ansicht des Kranium wieder.

Fig. 1. *Hexanchus griseus.* Linke Seite des Exemplares *A.* Maassstab $^1/_1$. Ansicht von innen.
* Alte Grenze zwischen Kranium und Wirbelsäule, durch etwas weicheren faserigen Knorpel gekennzeichnet.

Fig. 2. Dasselbe. $^1/_1$. Ansicht von aussen.

Fig. 3. *Hexanchus griseus.* Rechte Seite des Exemplares *A.* $^1/_1$.
* Alte Grenze zwischen Kranium und Wirbelsäule.

Fig. 4. *Hexanchus griseus.* Linke Seite des Exemplares *C.* $^1/_1$.
* Alte Grenze zwischen Kranium und Wirbelsäule.
+ Neue Grenze zwischen Kranium und Intercrurale 1, durch Abgliederung desselben vom Kranium erfolgt.

Fig. 5. *Heptanchus cinereus.* Rechte Seite des Exemplares *A.* $^3/_1$.

Fig. 6. *Heptanchus cinereus.* Linke Seite des Exemplares *C.* $^3/_1$.

Fig. 7. *Centrophorus calceus.* Linke Seite. $^2/_1$.

Fig. 8. *Scyllium canicula.* Rechte Seite des Exemplares *A.* $^3/_1$. Durchtrittsstellen der occipitalen Nerven freigelegt; Rami musculares für die dorso-laterale Rumpfmuskulatur nur zum Theil angedeutet.

Fig. 9. *Scyllium canicula.* Rechte Seite des Exemplares *B.* $^3/_1$. Im Uebrigen cf. Fig. 8.

Fig. 10. *Cestracion Philippi.* Linke Seite des Exemplares *A.* $^3/_1$.

Fig. 11. *Prionodon glaucus.* Rechte Seite eines jungen Thieres. $^3/_1$.

Fig. 12. *Spinax niger.* Linke Seite. $^4/_1$.

Fig. 13. *Acanthias vulgaris.* Rechte Seite. $^3/_1$. Im Uebrigen cf. Fig. 8.

Fig. 14. *Rhynchobatus djeddensis.* Rechte Seite. $^2/_1$.

Fig. 15. *Chimaera monstrosa.* Rechte Seite. $^2/_1$. Medianschnitt durch das Kranium und den daran anschliessenden Wirbelkomplex.

Tafel II.

Ansichten der dorsalen Bereiche der Plexus cervico-brachiales von Haien und Rochen, bei den ersteren insbesondere auch der epibranchialen Geflechte mit den von ihnen versorgten Theilen. Knorpel blau, Muskeln zinnoberroth, Gefässe carminroth wiedergegeben.

Fig. 1. *Heptanchus cinereus.* Linke Hälfte; Ansicht von der Seite und zugleich ein wenig von oben. $^5/_2$. Die Seitenrumpfmuskulatur ist bis auf einen geringen vorderen Rest (*dl*) weggenommen, um die Austritte der occipitalen und spinalen Nerven zu zeigen; die dorsalen Aeste derselben, die meisten Zweige für die Rumpfmuskulatur und die Rippen sind ebenfalls weggelassen. Desgleichen ist vom Kranium ein Theil der Labyrinthregion bis zur Freilegung der Canales semicirculares entfernt, um die Occipitalnerven besser sichtbar zu machen. Die Nervi glossopharyngeus und vagus sind von ihrem Ursprunge abgetrennt und nach unten geschlagen, wodurch die genannten palaeokranialen Nerven und die occipitalen und spinalen Nerven mit ihren Ursprungsgebieten übersichtlicher und besser gesondert hervortreten. Desgleichen sind die dorsalen Theile des Musc. constrictor superficialis, M. trapezius und Scapula dorsal abgetrennt und nach unten geschlagen, von der Scapula zugleich der dorsale Theil entfernt.

Fig. 2. *Laemargus borealis.* Linke Hälfte; Ansicht von der Seite und zugleich ein wenig von oben. $^2/_3$. Die Seitenrumpfmuskulatur ist gleichfalls (mit Ausnahme des hinteren Abschnittes) weggenommen, desgleichen von den Spinalnerven grösstentheils die dorsalen Aeste und die Zweige für die Rumpfmuskulatur. Ferner sind der Musc. constrictor superfacialis dorsalis sowie der M. trapezius nach unten geschlagen und die Kiemenregion etwas nach unten gezogen, um die dorsalen Theile derselben besser sichtbar zu machen. N. glossopharyngeus und N. vagus blieben in ihrer natürlichen Lage; der Ram. lateralis nervi vagi wurde weggenommen.

Fig. 3. *Torpedo narce.* Linke Seite. Ansicht von oben und ein wenig von der Seite. Junges Thier. $^4/_3$. Die Seitenrumpfmuskulatur, der ganze vordere Theil der Brustflosse und des elektrischen Organs, sowie die dorsalen Aeste und die Rumpfmuskelzweige der Spinalnerven sind weggenommen. Von den Nn. glossopharyngeus und vagus wurden nur einige Theile erhalten.

Fig. 4. *Torpedo narce.* Linker Plexus cervicalis des in Fig. 3 abgebildeten Thieres in etwas stärkerer Vergrösserung ($^2/_1$). Die dem Plexus brachialis s. pterygialis zugehörigen Nerven sind sämmtlich entfernt, um eine reine Ansicht des Plexus cervicalis zu gewähren.

Fig. 5. *Raja clavata.* Linke Seite. Ansicht von oben und zugleich ein wenig von der Seite. Junges Thier. $^1/_1$. Die Seitenrumpfmuskulatur und der vordere Theil der Brustflosse ist grösstentheils entfernt, desgleichen der Musc. constrictor superficialis 5. Im Uebrigen cf. Fig. 3.

Fig. 6. *Raja clavata.* Linker Plexus cervicalis des in Fig. 5 abgebildeten Thieres in stärkerer Vergrösserung ($^3/_2$). Im Uebrigen cf. Fig. 4.

Tafel III.

Ansichten von Plexus cervicales resp. cervico-brachiales von Haien. Die ventralen Wurzeln sind in der Regel vom Austritt aus dem Foramen an abgebildet; von den dorsalen sind zumeist die Anfänge nebst den Spinalganglien entfernt. Desgleichen wurden fast allenthalben die dorsalen Aeste (*Rr. d.*) nicht wiedergegeben und meist auch die für die dorso-laterale Rumpfmuskulatur bestimmten Zweige (*Rr. dl*) weggelassen.

Fig. 1. *Hexanchus griseus.* Linke Seite des Exemplares *D.* $^2/_1$. Anfang des Plexus cervicalis, von dem *w* ausgelöst ist. Im Ganzen ziemlich normal gebildetes Geflecht.

Fig. 2. *Hexanchus griseus.* Rechte Seite des Exemplares *D.* $^2/_1$. Abnormer Anfang des Plexus; *w* erst im Beginne der Auslösung, doppelte Verbindung von *x* und *y*, *y* stärker als *z*.

Fig. 3. *Laemargus borealis.* Linke Seite eines ganz alten Exemplares. $2/_1$. Anfang des Plexus. Verbreitung der Rami subspinales (*Rr. sbsp.*) in dem Musc. subspinalis (*sbsp.*). Ansa der beiden Rami interbasales (*Rr. ib.* 1 und 2).

Fig. 4. *Laemargus borealis.* Rechte Seite eines mittelalten Exemplares. $^3/_2$. Entwirrung der ziemlich komplicirten peripherischen Anastomose zwischen dem Plexus cervicalis und dem N. vagus.

Fig. 5. *Scymnus lichia.* Linke Seite. $^1/_1$. Plexus mit Ausnahme der ventralen Endverzweigung in die hypobranchiale spinale Muskulatur.

Fig. 6. *Centrophorus granulosus.* Rechte Seite. $^4/_3$. Wie Fig. 5.

Fig. 7. *Spinax niger.* Linke Seite. $^3/_1$. Wie Fig. 5.

Fig. 8. *Scyllium canicula.* Rechte Seite. $^3/_2$. Plexus cervicalis mit seinen ventralen Endverzweigungen.

Fig. 9. *Odontaspis americanus.* Linke Seite. $^1/_1$. Plexus ohne die ventralen Endzweige.

Fig. 10. *Mustelus vulgaris.* Linke Seite. $^3/_2$. Anfang des Plexus, der mit 3 occipitalen Nerven (*x*, *y*, *z*) beginnt, deren erster (*x*) in Wirklichkeit etwas feiner ist als dies die Abbildung wiedergiebt.

Fig. 11. *Prionodon glaucus.* Linke Seite eines jungen Thieres. $^4/_3$. Plexus ohne die hypobranchialen Endzweige.

Fig. 12. *Rhina squatina.* Linke Seite eines jungen Thieres. $^3/_2$. Die gewiss äusserst feinen Rami interbasales sind nicht abgebildet. Der Ram. cutaneus (*R. cut.*) des Plexus cervicalis setzt sich aus Zweigen des 4. und 5. Spinalnerven (4 + 5) zusammen, von denen der von 5 kommende Antheil sehr fein ist.

Tafel IV.

Fig. 1 und 2 geben Ansichten der gesammten Plexus cervicales nebst den von ihnen versorgten Theilen, Fig. 3 eine Ventralansicht der hypobranchialen spinalen Muskulatur, Fig. 4—9 Plexus cervicales von Holocephalen und Rochen. — Knorpel blau, Muskeln zinnoberroth, Gefässe carminroth.

Fig. 1. *Mustelus vulgaris.* Linke Seite. $^4/_3$. Der laterale Theil der Visceralregion ist bis zu den Ansätzen der Mm. coraco-arcuales entfernt, so dass man die durchschnittenen Mittelstücke der Kiemenbogen und zwischen ihnen die Tiefe der Pharynxhöhle sieht. Desgleichen ist das gesammte Konstriktoren-System, mit Ausnahme geringer sich zwischen die Mm. coraco-branchiales einschiebender Reste, sowie die dorsale Seitenrumpfmuskulatur nebst dem M. levator scapulae weggenommen, so dass die occipitalen und spinalen Nerven freiliegen. Die Nn. glossopharyngeus und vagus sind gleichfalls entfernt.

Fig. 2. *Chimaera monstrosa.* Linke Seite. $^4/_3$. Die oberflächlichen Theile des Konstriktoren-Systems nebst Trapezius, sowie die dorsale Seitenrumpfmuskulatur und der obere Theil der Scapula sind entfernt und damit die Verzweigungen der Nn. glossopharyngeus und vagus, sowie der occipitalen, occipito-spinalen und spinalen Nerven freigelegt.

Fig. 3. *Callorhynchus antarcticus.* Ventrale Ansicht. $^2/_3$. Die oberflächlichen ventralen Konstriktoren sind zum Theil weggenommen, zum Theil zur Seite geschlagen, um die hypobranchiale spinale Muskulatur freizulegen.

car. p' oberflächliches accessorisches Ursprungsbündel des hinteren Hauptstockes des M. coraco-arcualis.
car. p'' lateralwärts aberrirendes Fascikel des gleichen Muskels.

Fig. 4. *Chimaera monstrosa.* Linke Seite. $^7/_2$. Ansicht des Plexus cervico-brachialis mit Ausnahme der hypobranchialen Endverzweigungen. Nervus vagus nur mit seinem ersten Anfange und dieser durchsichtig gedacht wiedergegeben, damit die von ihm bedeckten Anfänge der occipitalen Nerven (*y*, *z*) sichtbar werden. Scapula nur angedeutet.

Fig. 5. *Chimaera monstrosa.* Linke Seite. $^7/_2$. Abgang des 2. und 3. occipito-spinalen Nerven (*b*, *c*) von der Medulla und Durchtritt derselben durch den dem Schädel assimilirten Wirbelkomplex.

Fig. 6. *Callorhynchus antarcticus.* Linke Seite. $^5/_2$. Plexus cervico-brachialis mit Ausnahme der hypobranchialen Endäste. Die Behandlung übrigens wie in Fig. 4.

Fig. 7. *Rhynchobatus djeddensis.* Linke Seite, Dorsalansicht. $^5/_1$. Anfang des Plexus. Die Nerven von dem Austritte aus dem Cranium und der Wirbelsäule an wiedergegeben.

Fig. 8. *Torpedo narce.* Linke Seite eines jungen Thieres. Dorsalansicht. $^8/_1$. Anfang des Plexus.

Fig. 9. *Torpedo narce.* Linke Seite eines mittelalten Thieres. Ventralansicht. $^3/_1$. Hypobranchiale Verzweigungen des Plexus cervicalis. Der schwarze horizontale Strich bedeutet die ventrale Mittellinie, der rothe die laterale Grenze des M. coraco-mandibularis.

Tafel V.

Fig. 1—9 geben ventrale Ansichten des Systemes der epibranchialen spinalen Muskulatur (Mm. subspinalis und interbasales). Die Präparate und Abbildungen gewähren Einblick in das Innere des Kiemendarmes nach Entfernung der ventralen Hälfte desselben. Fig. 10 zeigt den vom Schädelursprunge abgelösten und nur noch mit dem Kiemenskelett in Verband befindlichen M. subspinalis von *Callorhynchus* von der Dorsalfläche.

Fig. 1. *Heptanchus cinereus.* $^1/_1$.

Fig. 2. *Hexanchus griseus.* $^1/_3$.

Fig. 3. *Acanthias vulgaris.* $^3/_4$. Auf der linken Seite des Thieres (rechte Seite vom Beschauer aus) ist der M. interbasalis 1 und der grösste Theil des Basale 1 (*Br. 1*) weggenommen, um das insertive Ende des M. subspinalis (*sbsp* *) zu zeigen.

Fig. 4. *Laemargus borealis.* $^1/_3$. Die Ligg. vertebrale commune und basi-vertebralia sind grösstentheils entfernt.

Fig. 5. *Scyllium canicula.* $^1/_1$.

Fig. 6. *Odontaspis americanus.* $^2/_3$.
Fig. 7. *Rhina squatina.* $^4/_5$.
Fig. 8. *Scymnus lichia.* $^2/_3$.
Fig. 9. *Raja clavata.* $^4/_5$.
Fig. 10. *Callorhynchus antarcticus.* $^2/_3$. Das Basale 1 ist vom Musc. subspinalis vollkommen bedeckt, das Basale 2 (*Br. 2*) ragt ein wenig über.
sbsp * Ursprungsfläche des M. subspinalis.

Tafel VI.

Ansichten der hypobranchialen spinalen Muskulatur, nach Wegnahme der sie deckenden ventralen Konstriktoren. Die Präparate sind zumeist in schräger Lage von der ventralen und lateralen Fläche gezeichnet, damit die Mm. coraco-branchiales auch zur Ansicht kamen. Die Nerven sind bei *Laemargus borealis* (Fig. 4) wiedergegeben, übrigens weggelassen.

Fig. 1. *Heptanchus cinereus.* Von rechts und unten. $^5/_6$.
Fig. 2. *Centrophorus granulosus.* Reine Ventralansicht. $^5/_6$. Die Hauptmasse der hypobranchialen spinalen Muskulatur ist quer durchschnitten und nach vorn und hinten umgeschlagen, um die Insertionsstellen der einzelnen Mm. coraco-branchiales zu zeigen; zugleich ist der Herzbeutel (*Prcd*; aus Versehen mit *Prdc 5* bezeichnet) eröffnet, um das hintere Ende der Aorta sichtbar zu machen. Die Kiemenregion der linken Seite des Thieres ist stark lateralwärts abgezogen.
Fig. 3. *Scymnus lichia.* Von rechts und unten. $^5/_6$.
cbr. 3' und *cbr. 3''* die beiden Insertionszipfel des M. coraco-branchialis 3.
Fig. 4. *Laemargus borealis.* Von rechts und unten. $^1/_2$. Die Nerven für die hypobranchiale spinale Muskulatur sind in der Tiefe derselben verlaufend und durch diese mit matten Konturen durchscheinend dargestellt, während die oberflächlichen Hautnerven (*Rr. cut.*) mit scharfen Konturen hervortreten.
Fig. 5. *Cestracion Philippi.* Von rechts und unten. $^2/_3$.
Fig. 6. *Scyllium canicula.* Von rechts und unten. $^5/_6$.
Fig. 7. *Prionodon glaucus.* Junges Thier. Von links und unten. $^1/_1$.
Fig. 8. *Rhina squatina.* Junges Thier. Von links und unten. $^1/_1$.
chy' und *chy''* der unpaare und die paarigen Insertionszipfel des M. coraco-hyoideus.
Fig. 9. *Raja clavata.* Von links und unten. $^3/_4$. Rechterseits ist nur die Haut entfernt, linkerseits auch das ventrale Konstriktoren-System (irrthümlich mit *csd* anstatt *csv* bezeichnet) in der Mitte weggenommen. Auf dieser Seite zeigt sich auch die Kiemenregion lateralwärts abgezogen, um den M. coraco-branchialis gut zur Anschauung zu bringen.

Tafel VII.

Mediane Sagittalschnitte durch Schädel und Wirbelsäule von Kranioten, die nicht Selachier und Holocephalen sind; im Uebrigen nach Präparaten, die in der gleichen Weise wie diejenigen der auf Taf. I abgebildeten Selachier behandelt wurden. Allenthalben ist die rechte Seite von innen dargestellt. Fig. 1—21 Gnathostomen, Fig. 22 *Petromyzon* (Fig. 23 *Bdellostoma*, nach einem defekten Präparate gezeichnet, ist ungültig und wird durch die Textfigur 1 auf p. 616 ersetzt). — Der Knorpel ist zumeist durch Kreuzschraffirung, die Chorda auf einigen Figuren durch senkrechte Schraffirung gekennzeichnet.

Fig. 1. *Acipenser sturio.* $^1/_1$.
Fig. 2. *Polyodon folium.* $^2/_1$.
* alte, zum Theil noch bindegewebige Grenze zwischen Palaeocranium und Neocranium.
Fig. 3. *Polypterus bichir.* $^2/_1$.
Fig. 4. *Lepidosteus osseus.* $^2/_1$.
Fig. 5. *Amia calva.* $^2/_1$.
Fig. 6. *Esox lucius.* $^3/_2$.
Fig. 7. *Mullus surmuletus.* $^3/_1$.
a^v (?) sehr zweifelhaftes, rein bindegewebiges Rudiment des ersten occipito-spinalen Nerven (cf. p. 465 Anm. 1).
Fig. 8. *Ceratodus Forsteri.* $^1/_1$.
Fig. 9. *Ceratodus Forsteri.* Etwas kleineres Exemplar. $^1/_1$. Die beiden occipitalen Nerven y^v und z^v sind durch die Schädelbasis hindurch verfolgt, wobei ein Theil der letzteren weggenommen wurde.
Fig. 10. *Protopterus annectens.* $^3/_1$.
* zum Theil noch bindegewebige Grenze zwischen dem 1. und 2., dem Cranium assimilirten (neokranialen) Wirbel.
Fig. 11. *Necturus maculatus.* $^3/_1$.
Art. durch die Lig. cranio-vertebrale hindurchtretendes Gefäss.
Fig. 12. *Cryptobranchus japonicus.* $^1/_1$.
Art. durch den Schädel durchtretende Arterie, welcher der äusserst feine Nerv z^v dorsal anliegt.
Fig. 13. *Pipa americana.* $^3/_1$.
Fig. 14. *Bufo vulgaris.* $^3/_1$.
Fig. 15. *Platydactylus guttatus.* $^4/_1$.
a^v, b^v, c^v occipito-spinale Nerven, welche den N. hypoglossus zusammensetzen, 4(1), 5(2), 6(3) drei erste freie spinale Nerven; ebenso auf den folgenden Figuren.
Fig. 16. *Python reticulatus.* $^2/_1$.
Fig. 17. *Chelydra serpentina.* $^3/_4$.
Fig. 18. *Jacare sclerops.* Junges Thier. $^3/_2$.
Fig. 19. *Anser cinereus.* $^2/_1$.
Fig. 20. *Ornithorhynchus paradoxus.* $^2/_1$.
Fig. 21. *Halmaturus benetti.* $^1/_1$.
Fig. 22. *Petromyzon marinus.* $^4/_1$. Der Schnitt trifft nicht genau die Mitte, weshalb das vordere verschmälerte Ende der Chorda nicht wiedergegeben ist.
(Fig. 23. Bdellostoma bischoffi. Ungültige, weil nach einem defekten Präparate gezeichnete Figur, welche durch die Textfigur 1 auf p. 616 ersetzt ist).

Tafel VIII.

Ansichten von Plexus cervicales resp. cervico-brachiales von höheren Gnathostomen als die Selachier und Holocephalen. Allenthalben sind linksseitige Plexus wiedergegeben. Die Behandlung und Darstellung derselben ist im Wesentlichen die gleiche wie auf Tafel III.

Fig. 1. *Acipenser sturio.* $^1/_1$.
Fig. 2. *Polypterus bichir.* $^2/_1$.
cbr letzter M. coraco-branchialis. Neben *Art* (Arteria) verläuft y^v, der aber wegen seiner grossen Feinheit bei der vorliegenden Vergrösserung nicht wiedergegeben werden konnte.
Fig. 3. *Lepidosteus osseus.* $^3/_2$.
Fig. 4. *Amia calva.* $^3/_2$.
z^v letzter Occipitalnerv, nur in seinem Anfangstheile abgebildet.
R. pcv Ramus postcervicalis (cf. p. 457 Anm. 1).
++ feine Gefässnerven.

Fig. 5. *Esox lucius.* $^1/_1$.

vg× Vaguszweige, welche dem Plexus cervicalis durch den Ramus anastomoticus vagi (*R. a. vg*) zugefügt wurden und an der angegebenen Stelle sich wieder von ihm abzweigen.

Fig. 6. *Mullus surmuletus.* $^2/_1$.

vg× cf. Fig. 5. — *ls* Ursprungszipfel des Musc. levator scapulae.

Fig. 7. *Caranx trachurus.* $^4/_3$.

Fig. 8. *Protopterus annectens.* $^2/_1$.

Fig. 9. *Necturus maculatus.* $^2/_1$.

Fig. 10. *Pipa americana.* $^5/_3$. Das ventrale Ende des Plexus cervico-brachialis ist weit lateralwärts abgezogen und mit dem dorsalen Anfangstheile in die gleiche Ebene gebracht.

Fig. 11. *Dactylethra capensis.* $^5/_2$.

Fig. 12. *Rana esculenta.* $^2/_1$.

Fig. 13. *Hatteria punctata.* $^2/_1$.

Fig. 14. *Jacare sclerops.* Junges Thier. $^2/_1$.

$(a + b + c)$ durch Vereinigung der drei occipito-spinalen Nerven gebildeter Stamm des N. hypoglossus. Ebenso bei den folgenden Figuren.

Fig. 15. *Anser cinereus.* $^3/_2$.

Fig. 16. *Ornithorhynchus paradoxus.* $^3/_2$.

Fig. 17. *Ornithorhynchus paradoxus.* $^5/_2$. Austritt des N. vagus und N. hypoglossus aus der gemeinsamen Oeffnung des Schädels.

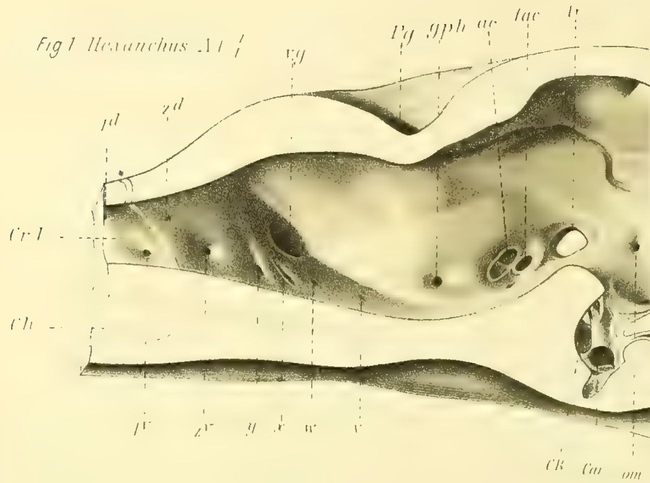
Berichtigungen und Ergänzungen.

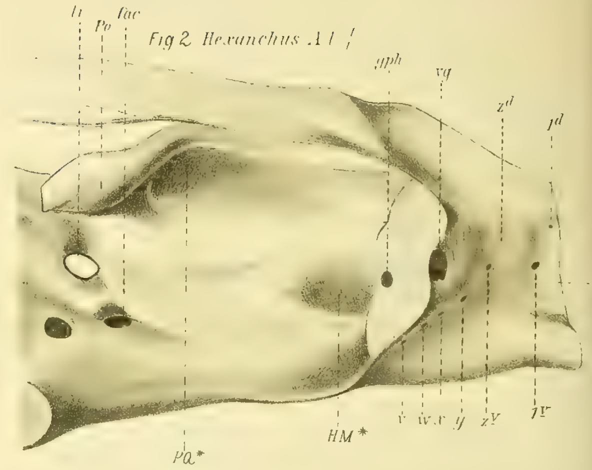
Seite 389 Zeile 4 von oben statt 19. *Prionodon* lies „29. *Prionodon*".
- 439 - 20 - - - ontogonetisch lies „ontogenetisch".
- 444 - 17 - - - der Spinalnerv lies „der 1. Spinalnerv".
- 451 - 17 - - - eben lies „aber".
- 464 - 12 - unten vor SÖRENSEN füge ein „GUITEL (Recherches sur les Lepadogasters. Arch. Zool. expér. (2) VI. Paris 1888 p. 538) giebt an, dass der grand hypoglosse ou la première paire spinale von Lepadogaster (wahrscheinlich identisch mit *b*) sich theils zur Brustflosse, theils zum M. sterno-hyoideus begiebt".
- 4 - 4 von oben auf WILDER (1890 p. 682 f.) folgt noch „GAUPP (1896)".
- 484 - 7 von oben auf den Schluss des Kleingedruckten „Amphibien" folgt noch „DUGÈS (1835), GÖTTE (1875), GAUPP (1894) und namentlich F. E. SCHULZE (1892) von verschiedenen Anurenlarven".
- 495 - 1 von unten. Auf den Schluss des bezüglichen Passus folgt noch „Ueber die hypobranchialen Muskeln der Anurenlarven handele ich hier nicht".
- 523 - 3 von unten nach Fig. 20 u. 22 füge ein „*Rodentia* (*Atherura*, cf. PATERSON 1887 p. 612), *Carnivora* (*Felix* ind., *Vulpes* ind. cf. SWAN 1835 und PATERSON 1887)".
- 523 - 1 von unten. Nach MANNERS-SMITH (1894 p. 710) füge ein „MC KAY (1894 resp. 1895 p. 349)".
- 546 - 2 und 1 von unten und Seite 547 Zeile 3 von oben statt 4^{vd} lies für erwachsene Reptilien und Vögel „4^{v}", statt 5^{vd} lies für erwachsene Vögel „5^{v}".
- 554 - 8 der Anmerkung von oben statt Zugenmuskulatur lies „Zungenmuskulatur".
- 592 - 8 von oben nach SCHNEIDER (1879 p. 72 f. füge noch ein „1882 p. 164").
- 592 - 9 von unten vor HATSCHEK füge noch ein „1882 deutet er dasselbe als Rectus".
- 602 - 12 des Textes von unten nach das faciale Myomer füge noch ein „(SCHNEIDER's Rectus 1882)".
- 614 - 2 - - - - statt ventral lies „central".
- 664 - 2 der Anmerkung 3 von oben anstatt Fasern nie lateral austreten lies „Fasern rein lateral austreten".
- 668 - 1 des Textes von unten nach GASKELL (1886, 1889) füge ein „GORONOWITSCH (1888, 1892)".
- 669 - 4 - - - - statt centralwärts lies „ventralwärts".
- 675 - 8 der Anmerkung von oben statt p. 34 lies „p. 341".
- 679 - 13 des Textes von oben statt längeren lies „früheren".
- 680 - 3 - - - - nach Spinalganglienzellen füge noch ein „und ihren sympathischen Abkömmlingen".
- 684 - 2 des Textes von unten statt des Labialknorpels lies „der Labialknorpel".
- 686 - 11 von oben statt 1875 lies „1895".
- 687 - 5 von oben statt PRICE 1895 lies „PRICE 1896".
- 689 - 10 des Textes von unten statt braucht lies „gebraucht".
- 690 - 7 - - - - - nachkommende lies „nahekommende".
- 690 - 1 - - - - - abgebildeter lies „ausgebildeter".
- 701 - 8 - - - oben statt Heterotypien lies „Heterotopien".

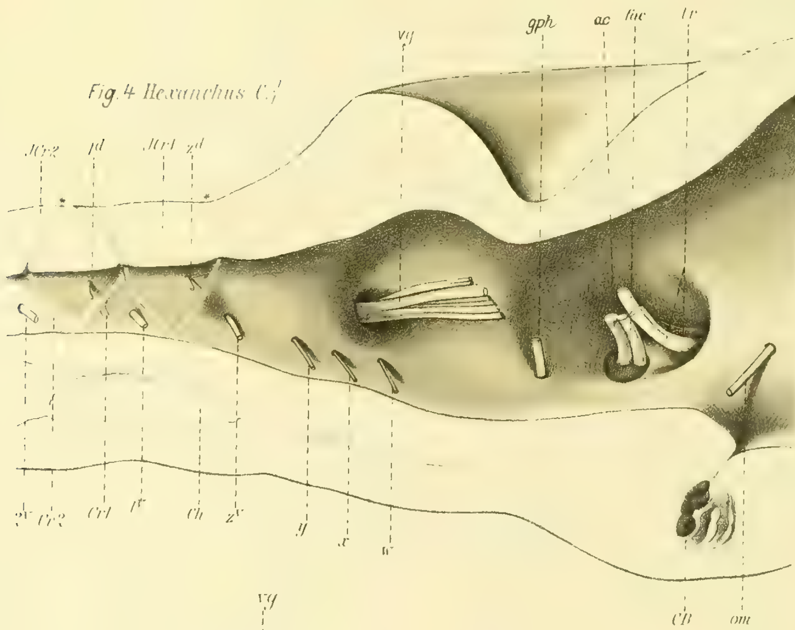
Ausserdem mache ich hinsichtlich der Myomerie und Branchiomerie, der Augenmuskelnerven und der Somiten nochmals aufmerksam auf GORONOWITSCH (1888), dessen vortreffliche Arbeit im bezüglichen Texte nicht genugsam hervorgehoben wurde.

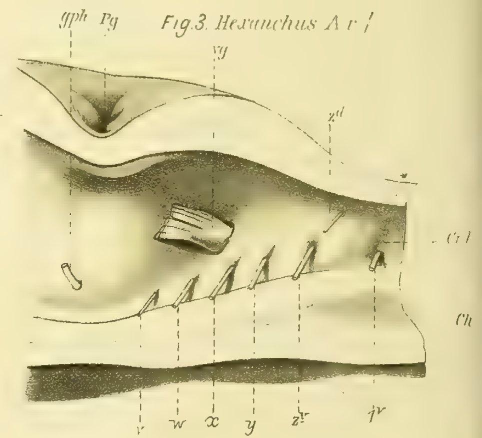
Inhalts-Uebersicht.

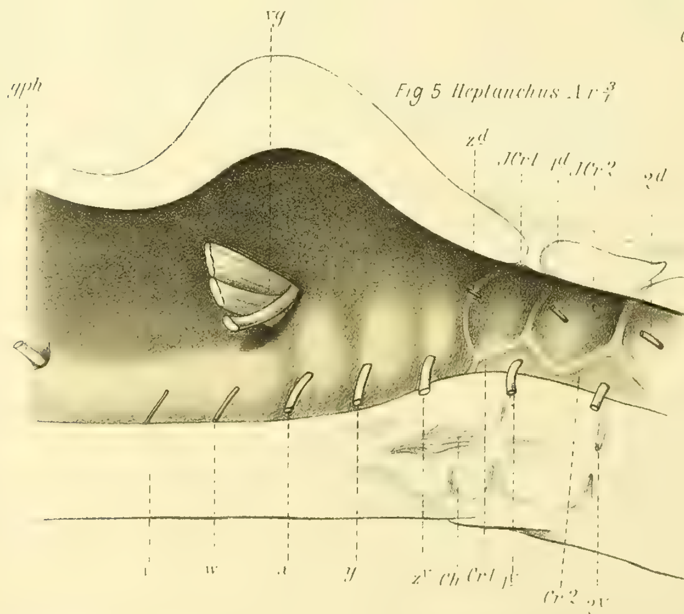
Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

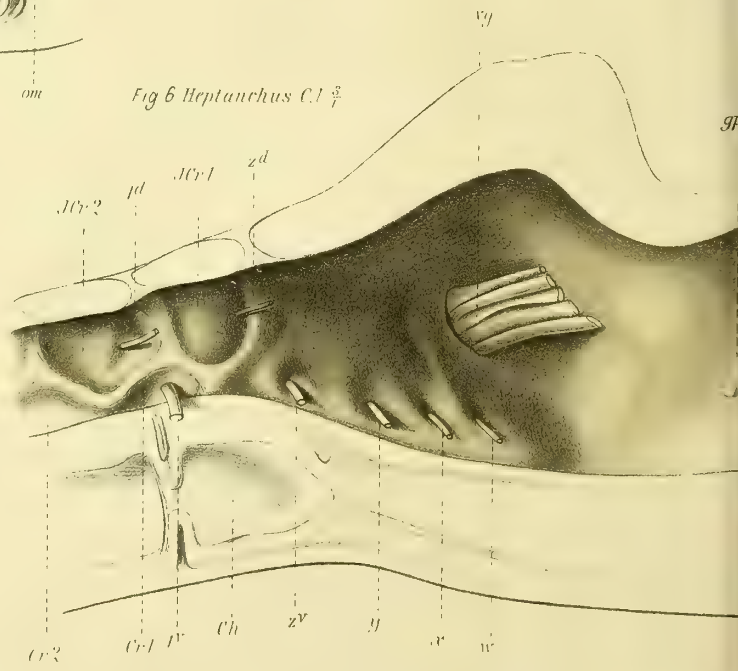

Fig. 1 Hexanchus A. l. 1/1

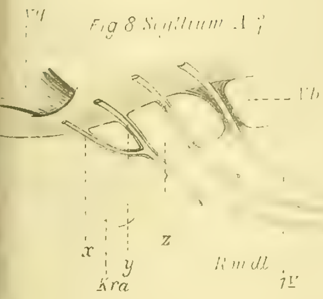

Fig. 2 Hexanchus A. l. 1/1

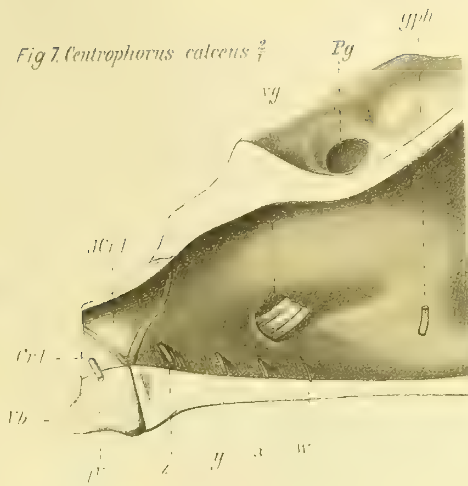

Fig. 4 Hexanchus C. 1/1

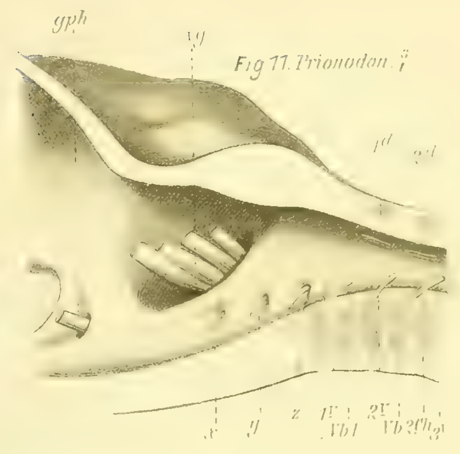

Fig. 3 Hexanchus A. r. 1/1

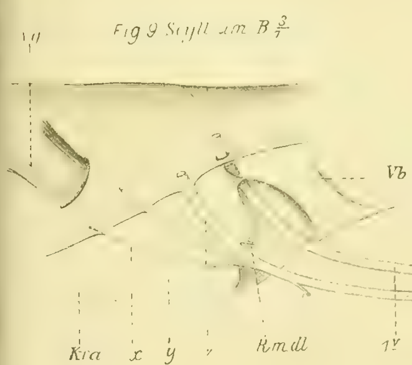

Fig. 5 Heptanchus A. r. 3/1

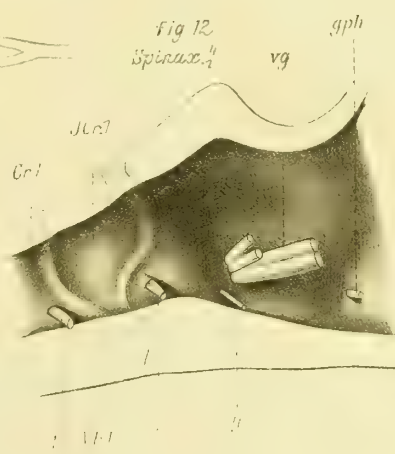

Fig. 6 Heptanchus C. l. 3/1

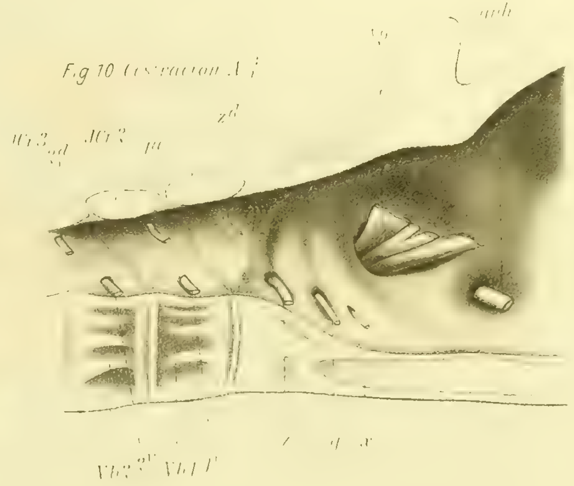


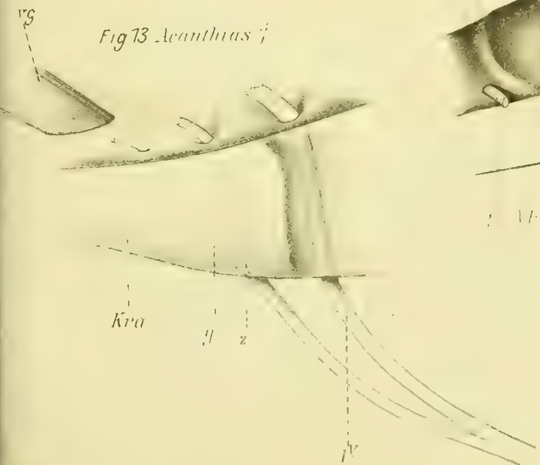


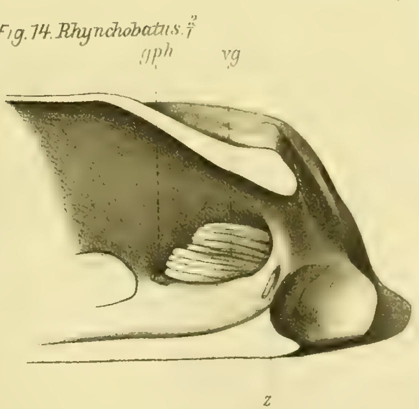


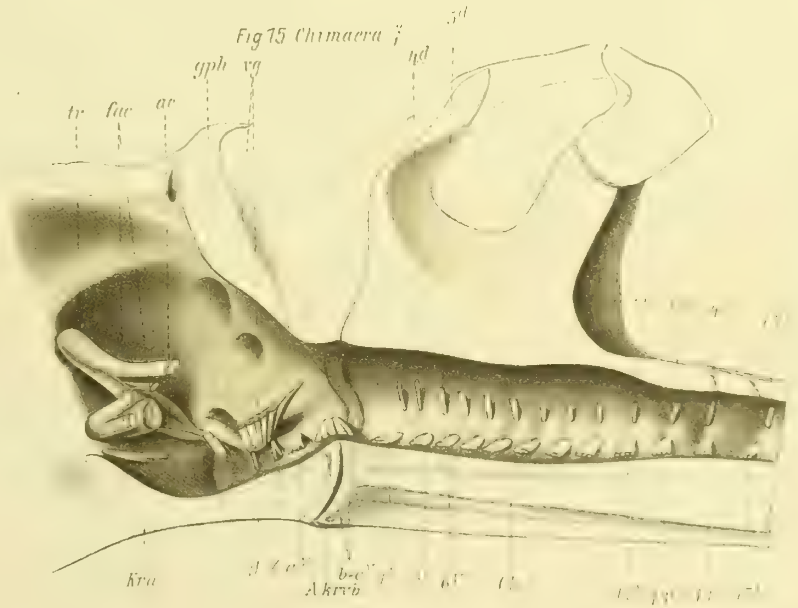












...mann in Leipzig

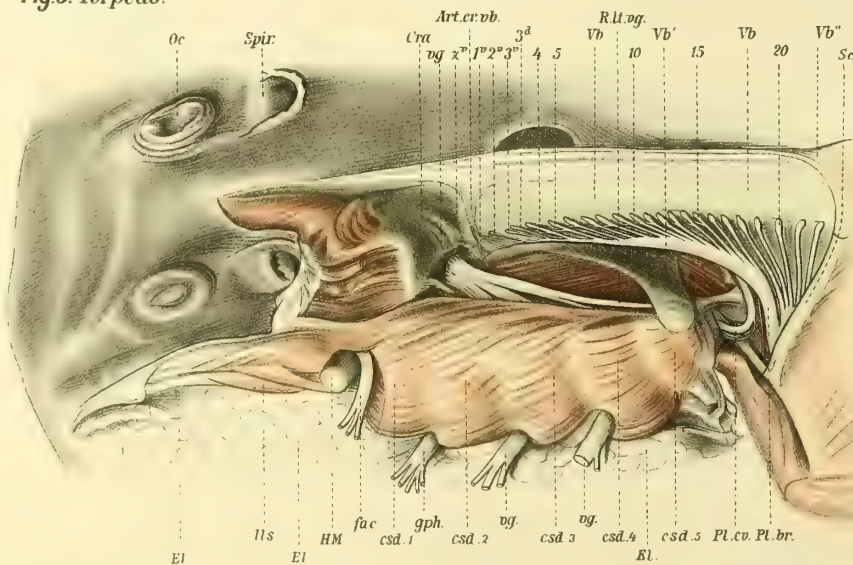
Fig. 1. Heptanchus.

Cra. Lab. Rlt.vg. JCr.1 Cru 1 vg. z^d JCr.2 Cru 2 JCr.3 Rr.tb. JCr.4 ib.1 JCr.5 Rr.ib. JCr.6. ib² JCr.7 JCr.8 R.cut. JCr.9 R.cut JCr.10 JCr.11 JCr.12 Cru.12 JCr.13

dl w sbsp.a. x y Rr.dl z' sbsp.b. Rr.dl. R.sbsp. Rr.sbsp. A.epbr.1 Br.1 Lig.

gph R.br.1vg. R.br.2 vg. R.br.3 vg R.br.4 vg. Br.2 Br.3 Br.4 Br.5 R.lt.vg A.epbr.1 arc.d.1 R.arc.d.1. R.arc.d.2 A.epbr.2 arc.d.2 R.arc.d.3 A.epbr.3 arc.d.3 R.arc.d.4 A.epbr.4 arc.d.4 A.epbr.5 A.epbr.6 arc.d.5 Br.6 M.ph. Rr.tr. tr Rr.int.vg. Pl.co. Pl.br. Rr.pch.sc. Sc

Fig. 3. Torpedo.



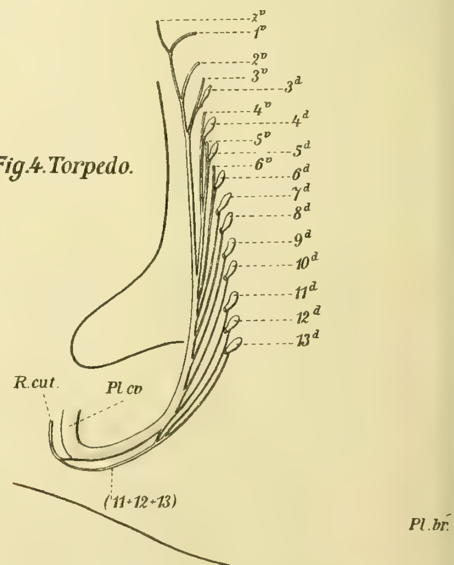


Fig. 2. Laemargus.

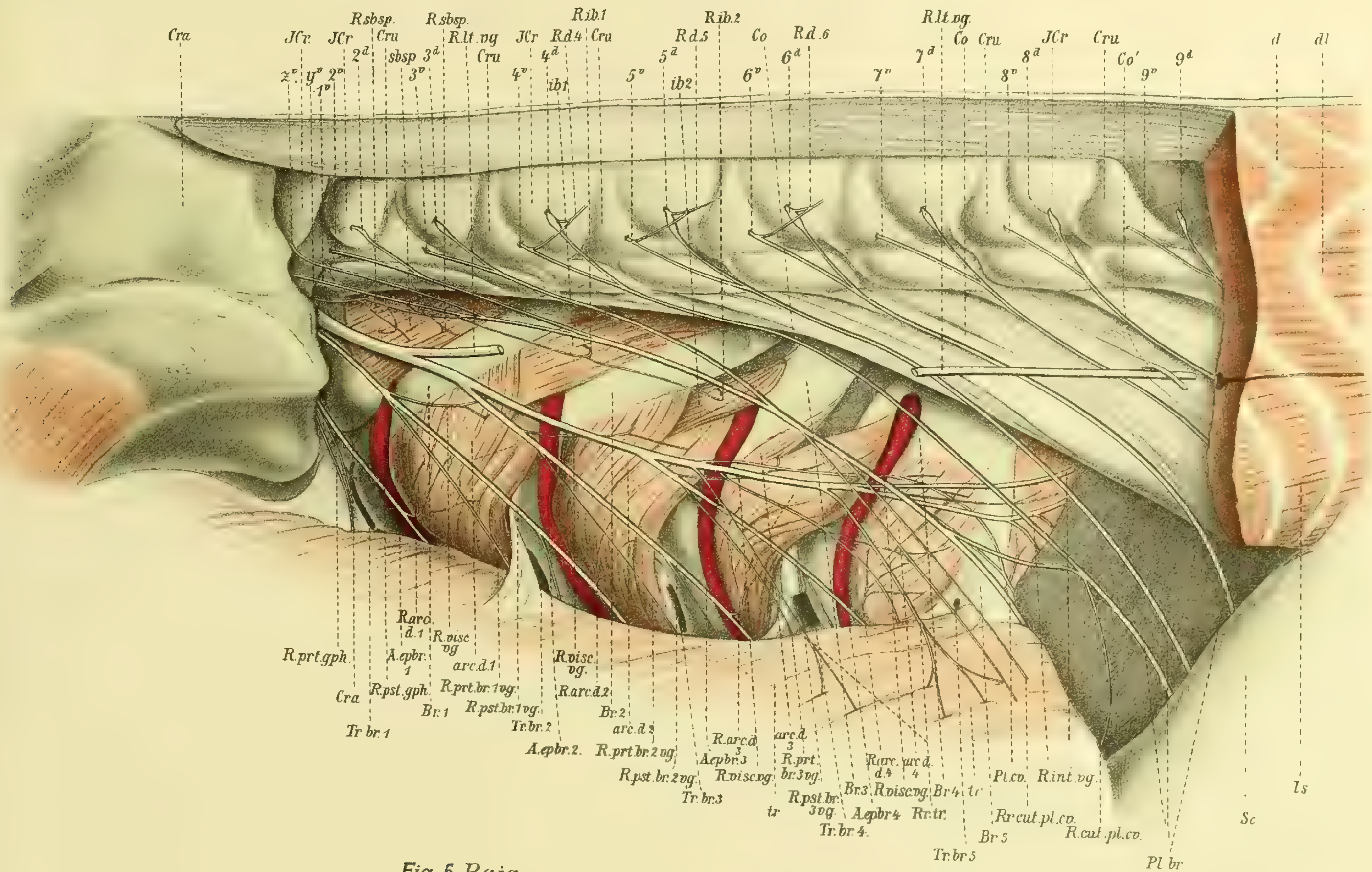


Fig. 5. Raja.

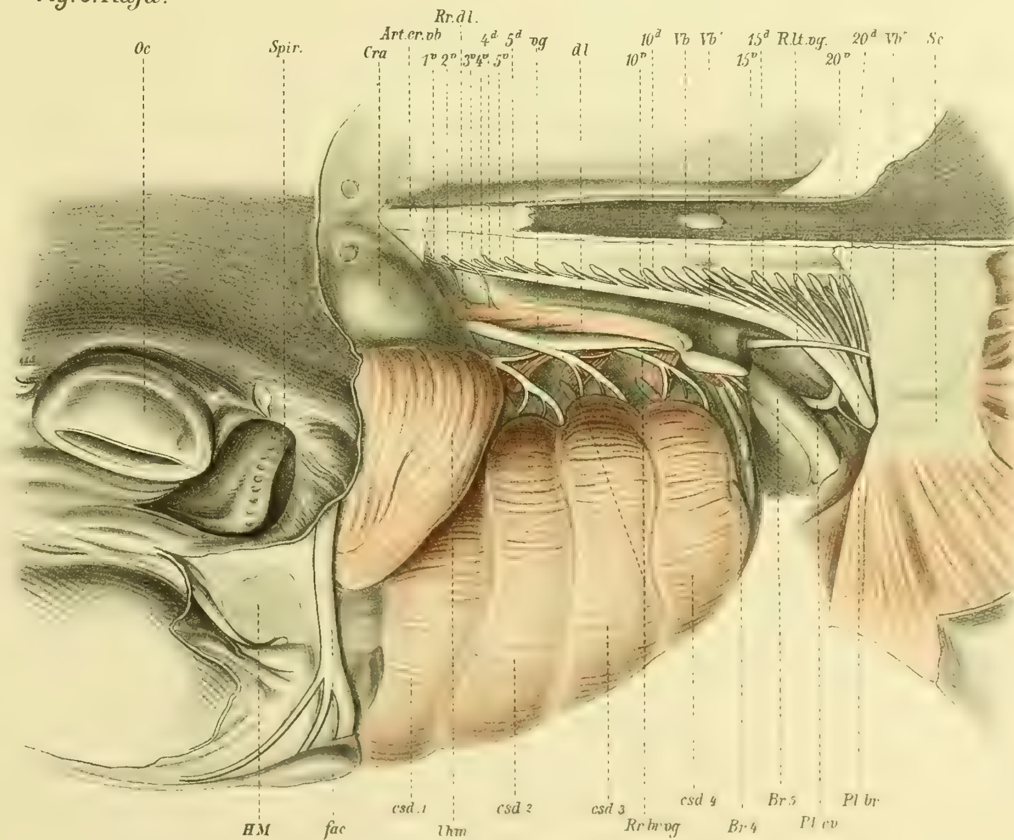


Fig. 6. Raja.

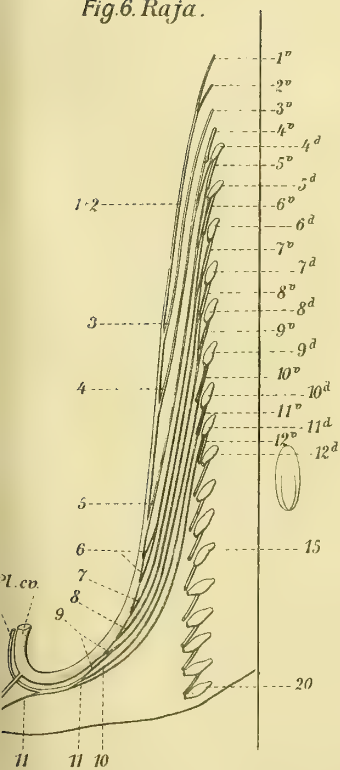




Fig 1. Hexanchus. D.l. 2/1

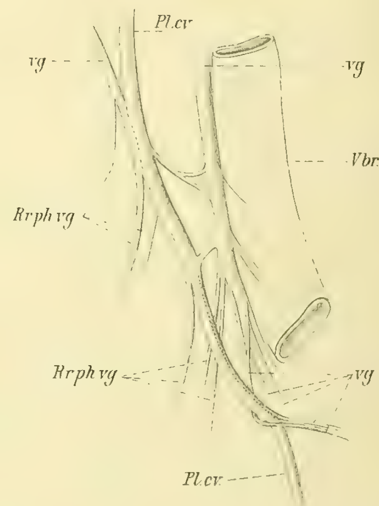


Fig. 4. Laemargus. 3/2

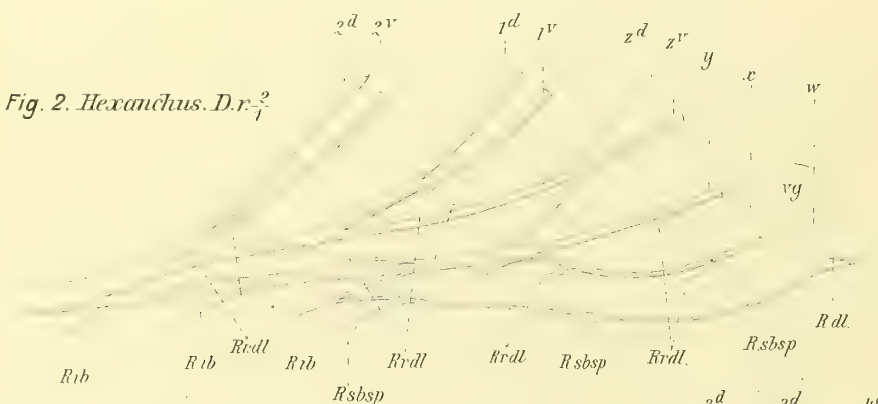


Fig. 2. Hexanchus. D.r. 2/1

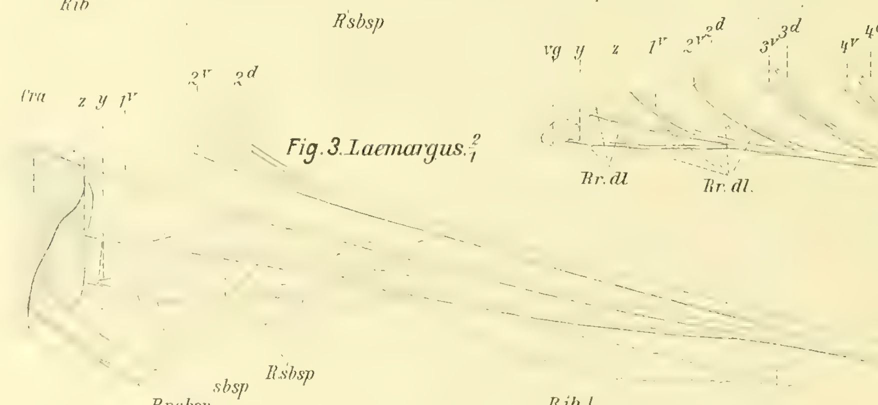


Fig. 3. Laemargus. 2/1

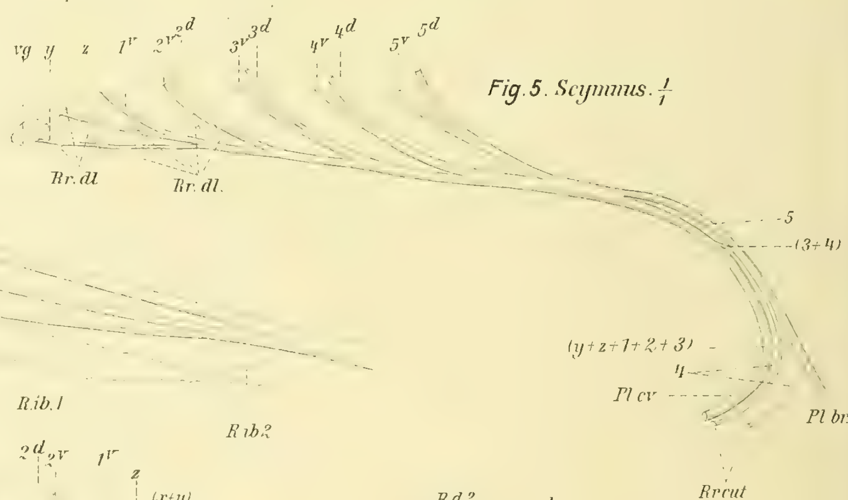


Fig. 5. Scymnus. 1/1

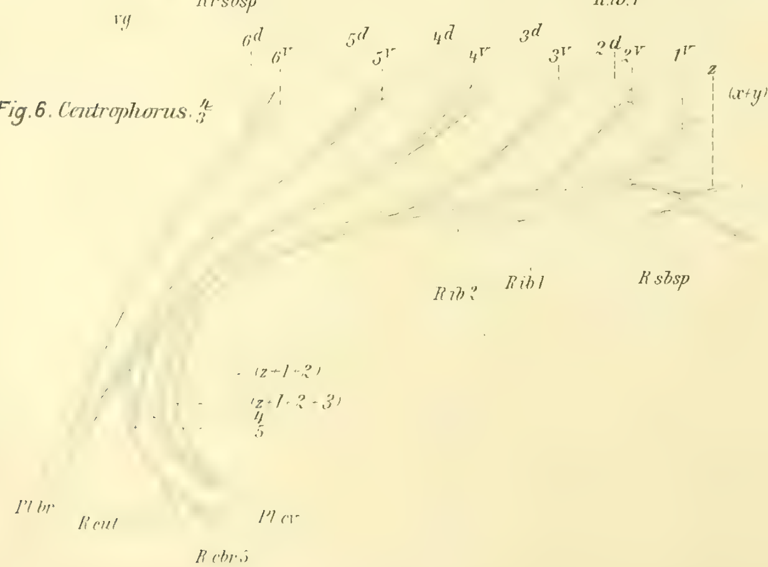


Fig. 6. Centrophorus. 4/3

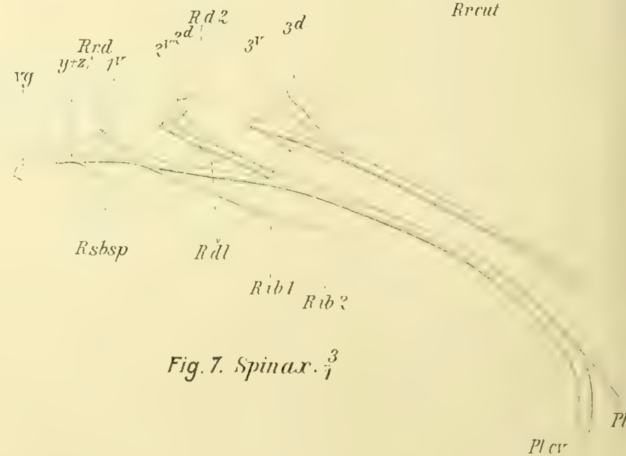
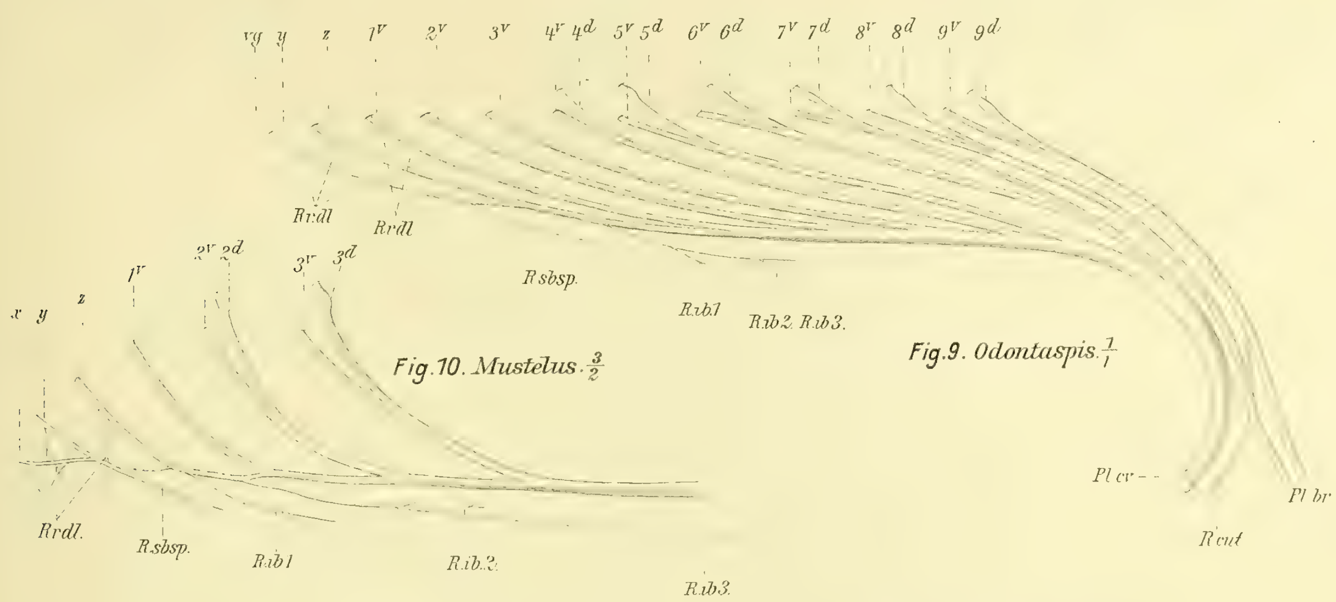
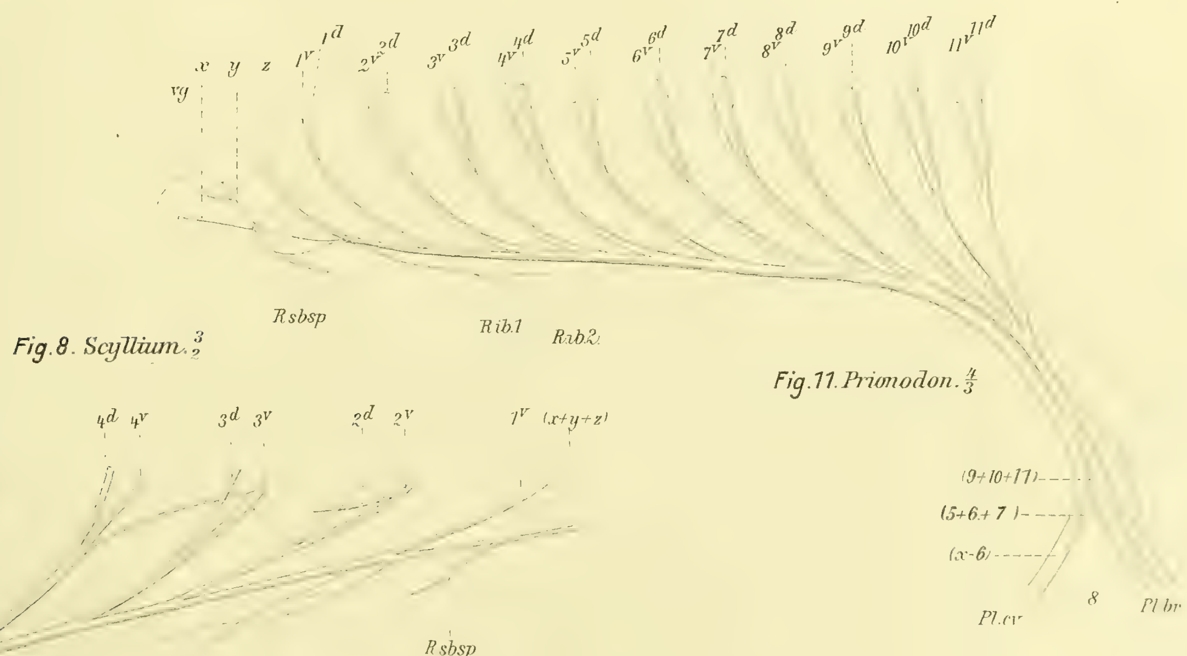


Fig. 7. Spinax. 3/1



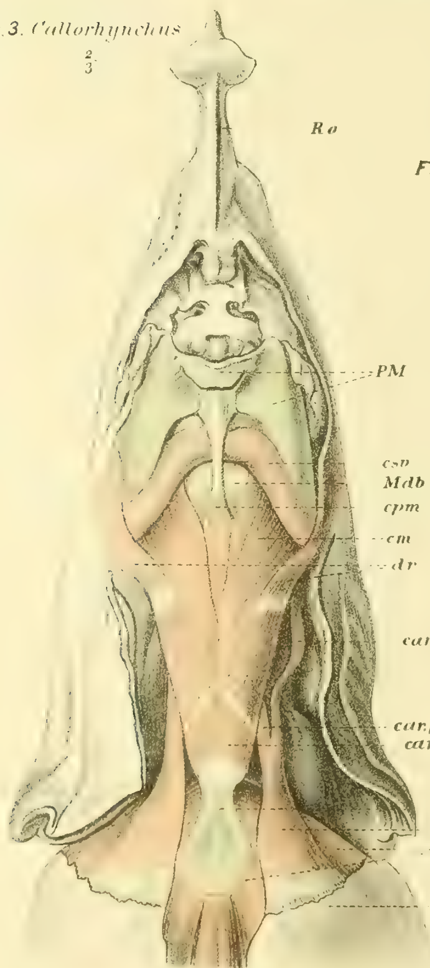




Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

Fig. 1. Mustelus.

arc.d.1 arc.d.2 arc.d.3 arc.d.4
sbsp 1^v 2^d 3^d R.ib1 ib1 R.r.ib1 5^d 5^v R.r.ib2 ib2 R.r.ib3 ib3 10^v 10^d
R.r.sbsp z^v 2^v 3^v y^v Cra
Oc PQ HM
cm R.chy chy R.cm Hy Mdb
A.br.1 csv cbr.1 Br.1 csv Ebr Br.2 R.r.cbr cbr.2 Ebr csv A.br.4 A.br.3 R.r.cbr cbr.3 Ebr Br.3 csv
A.br.5 cbr.4 cbr.5 Br.4 Ebr R.r.cut R.r.cbr R.r.cbr Br.5 R.cut Pl.cv Cor Pl.br.



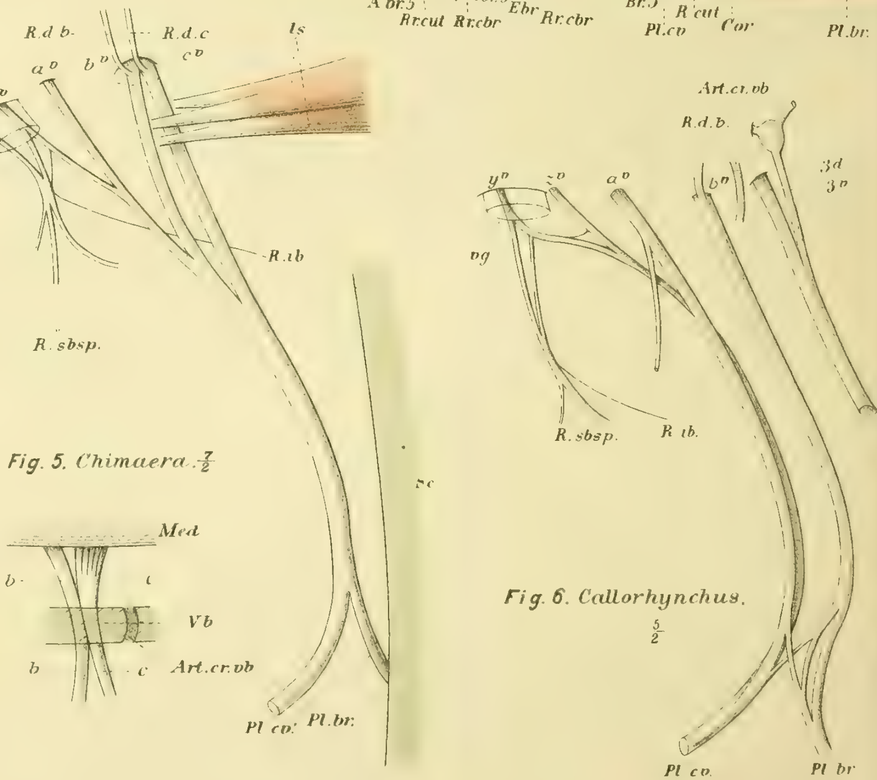


Fig. 2. Chimaera.

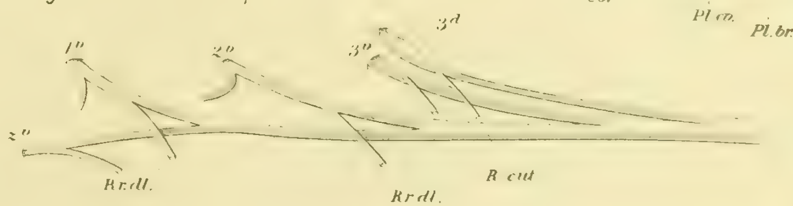


Fig. 7. Rhinobatus. 5/1

Fig. 8. Torpedo. 8/1

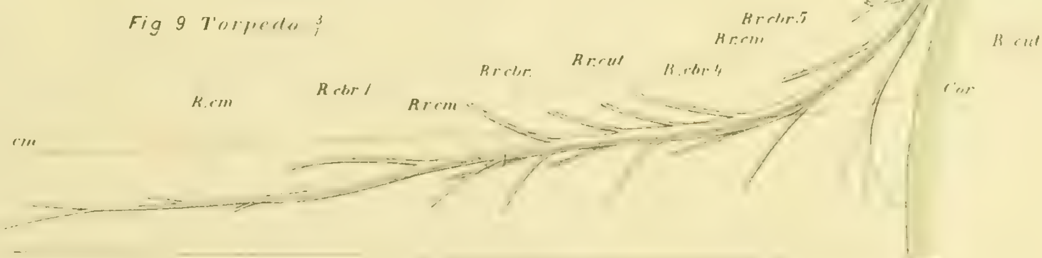


Fig 9 Torpedo 3/1

Fig. 1. Heptanchus* 1/1

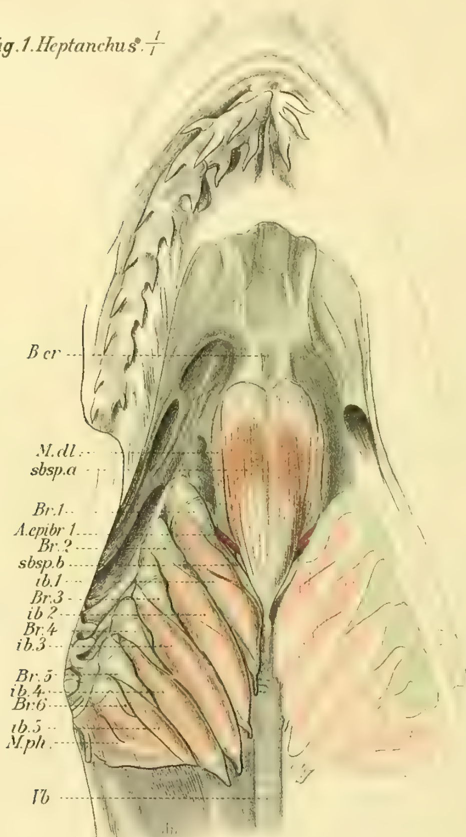


Fig. 2. Hexanchus 1/3

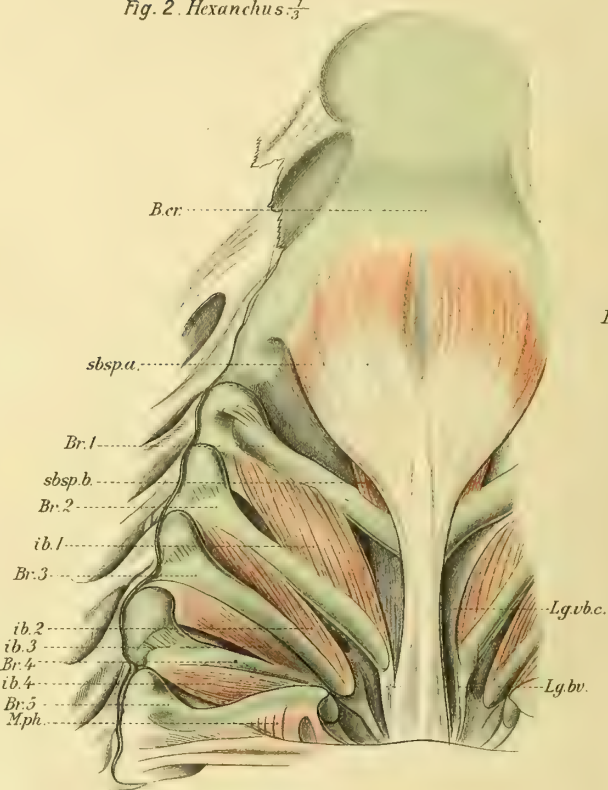


Fig. 5. Scylliu

Spir.
B.cr.
M.dl
Vb.1
sbsp.
M.dl.
Br.1
ib.1
A.epb
Br.

Fig. 3. Acanthias 3/4

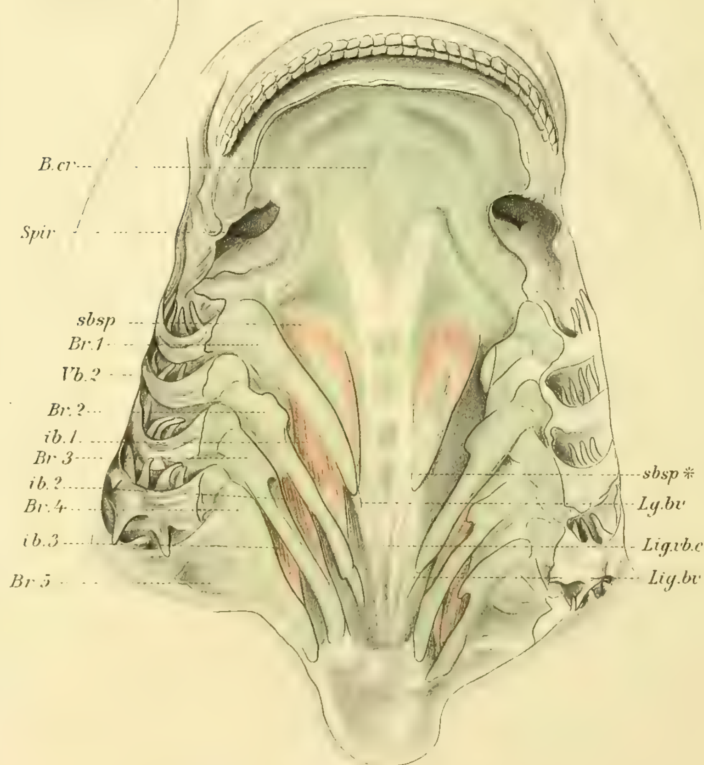
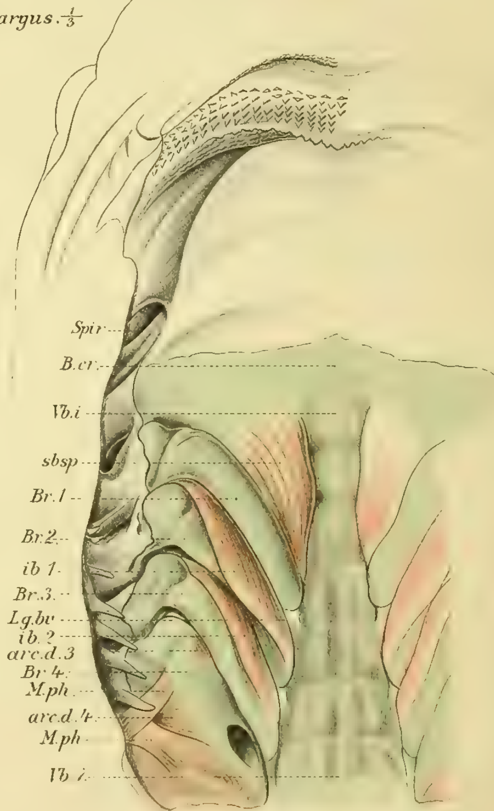
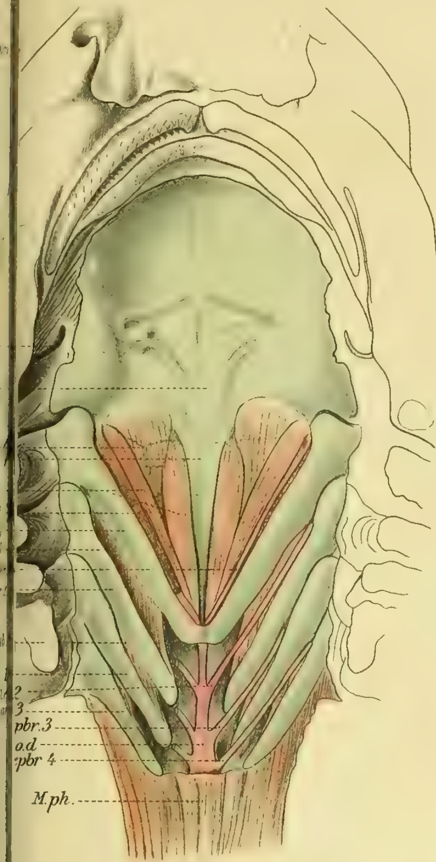
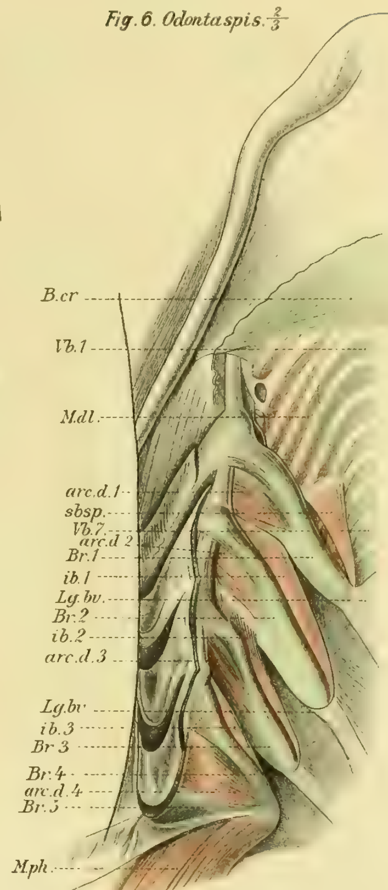


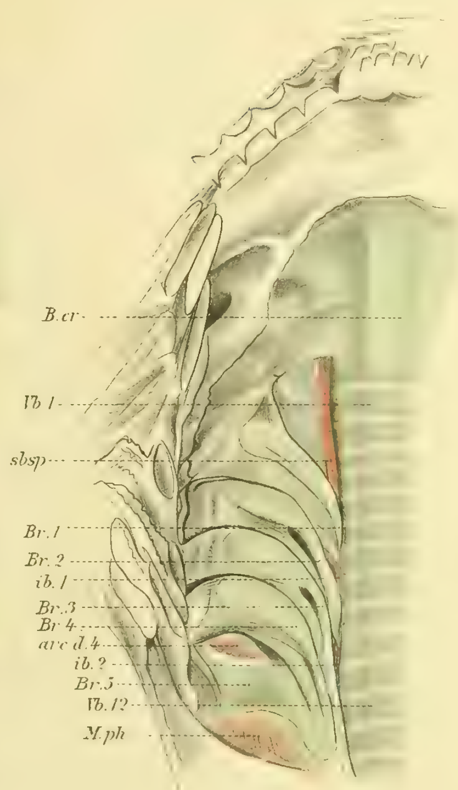
Fig. 4. Laemargus 1/3

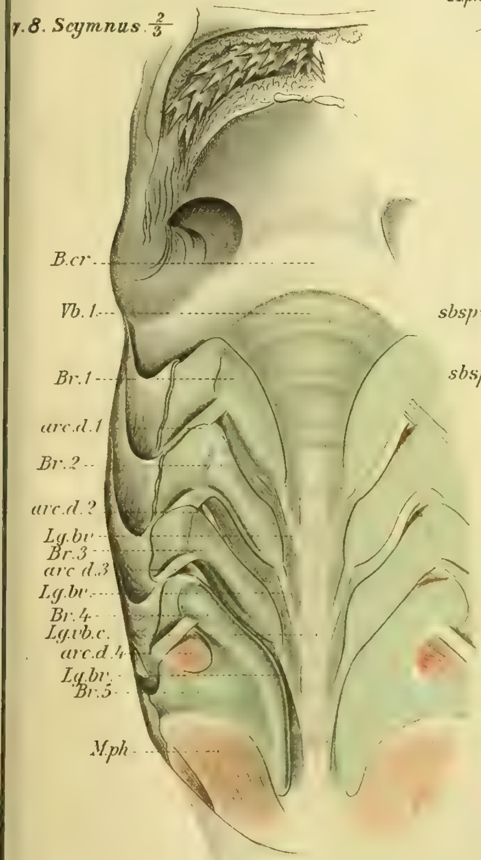


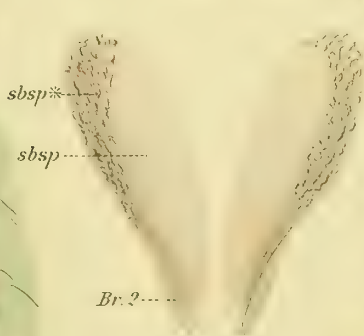
Verlag von Wilhel

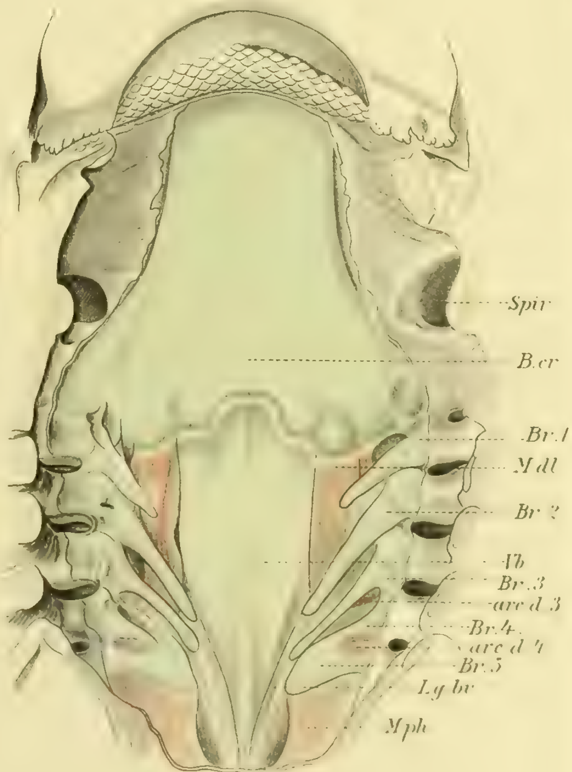












ngelmann v. Leipzig

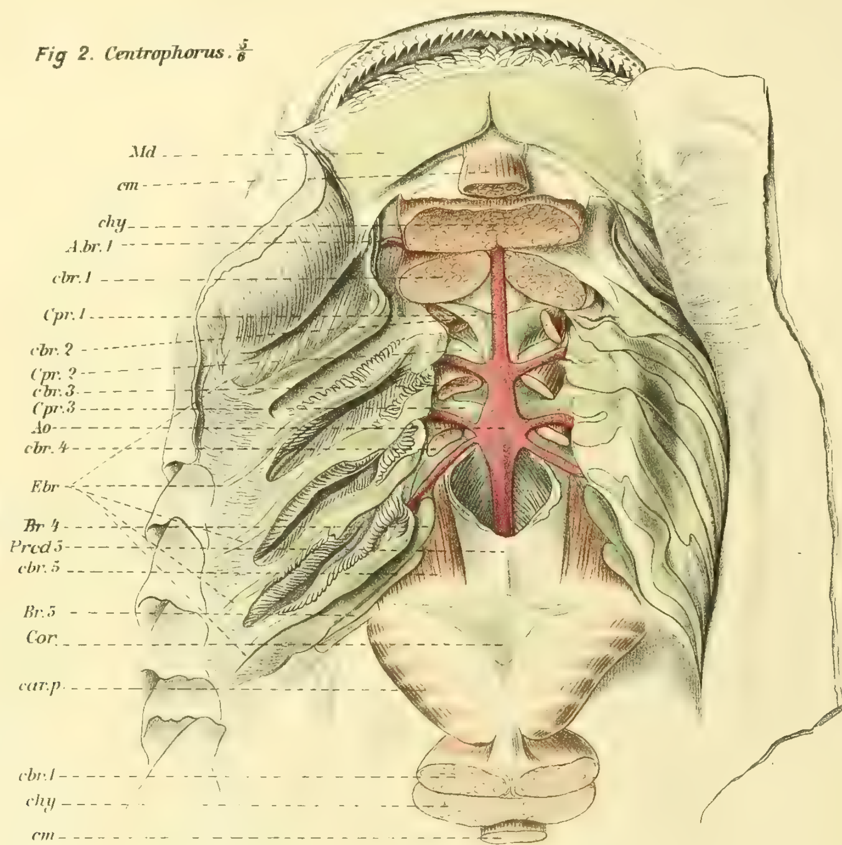


Fig 2. Centrophorus. 5/6

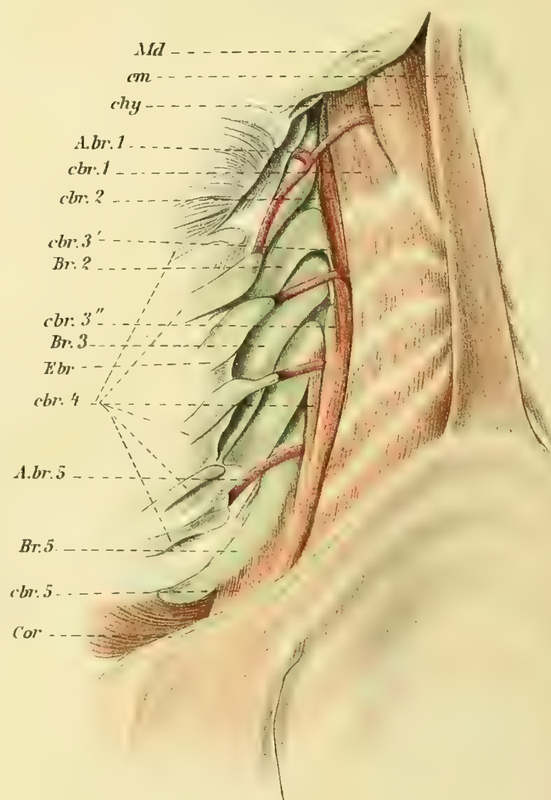


Fig 3. Scymnus 5/6

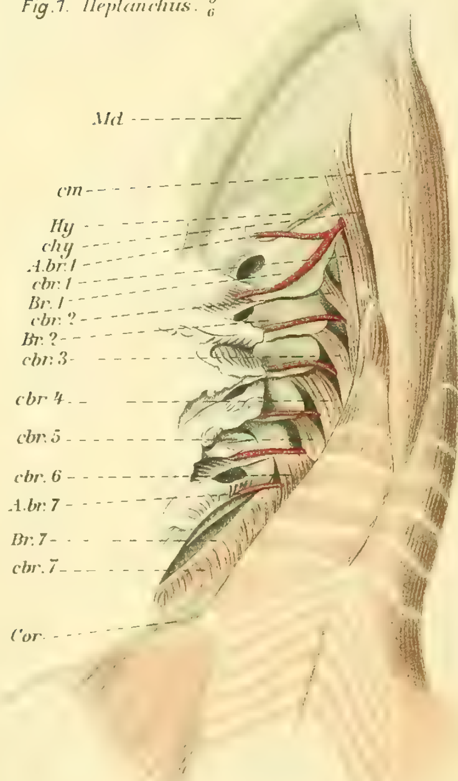


Fig.1. Heptanchus. 5/6

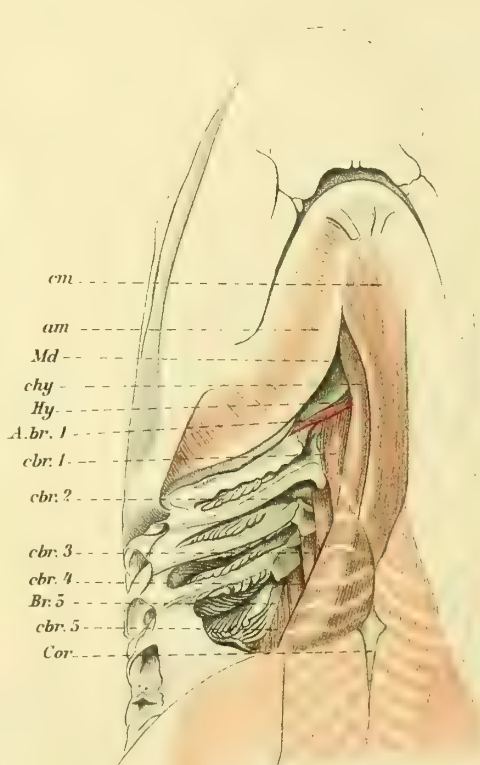


Fig.6. Scyllium. 5/6

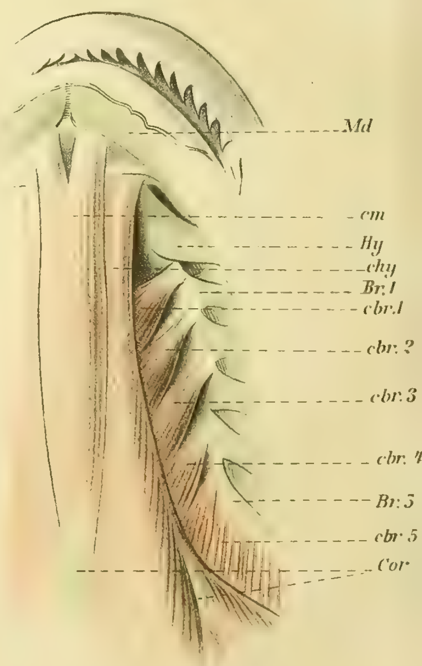


Fig.7. Prionodon 1/1

Fig. 4. Laemargus. 1/2

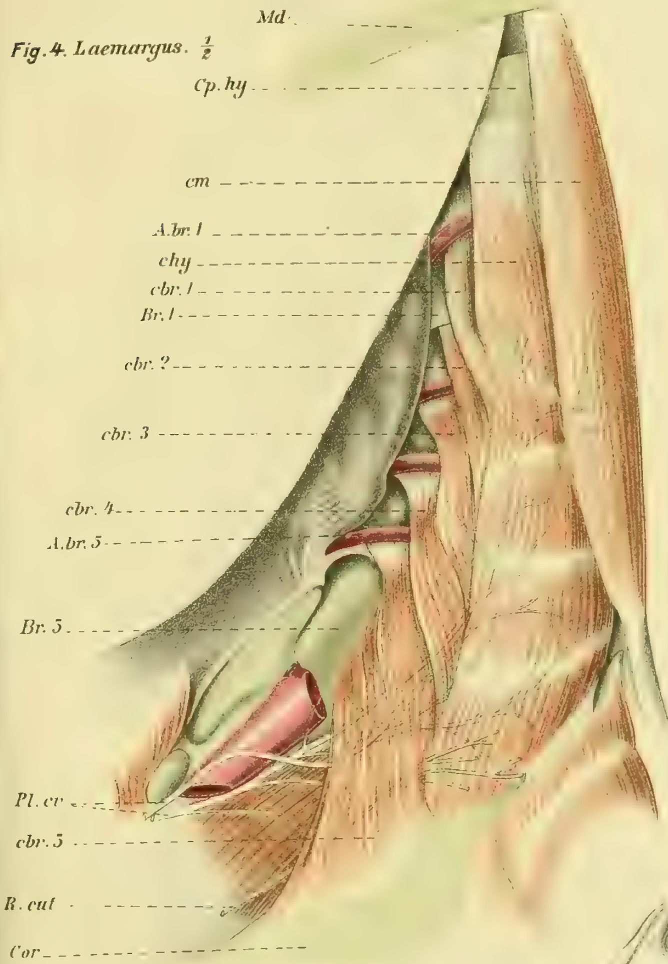


Fig. 5. Cestracion. 2/3

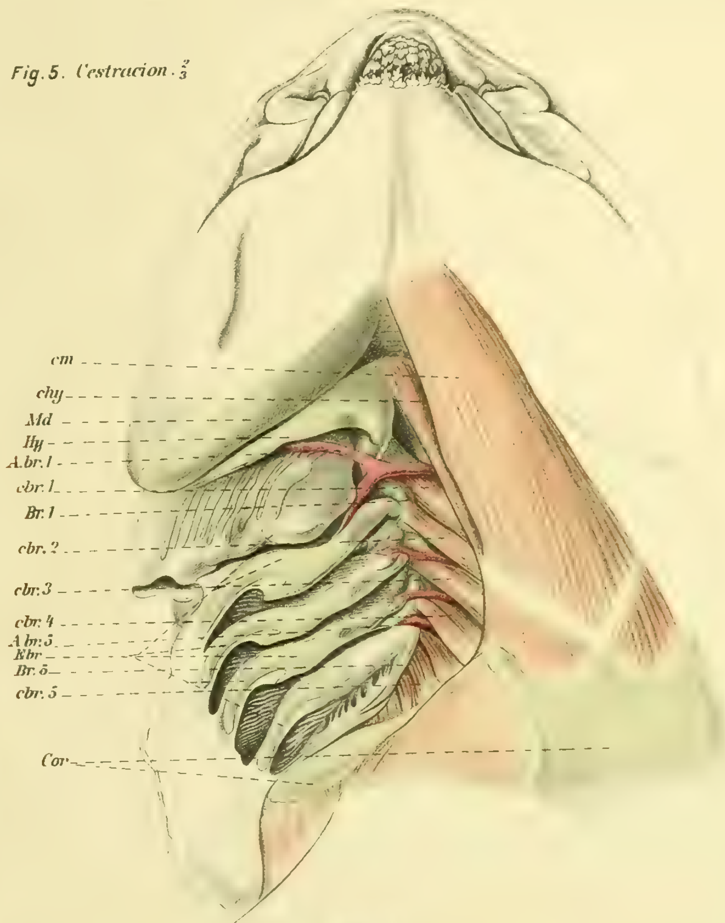


Fig. 8. Rhina 1/1

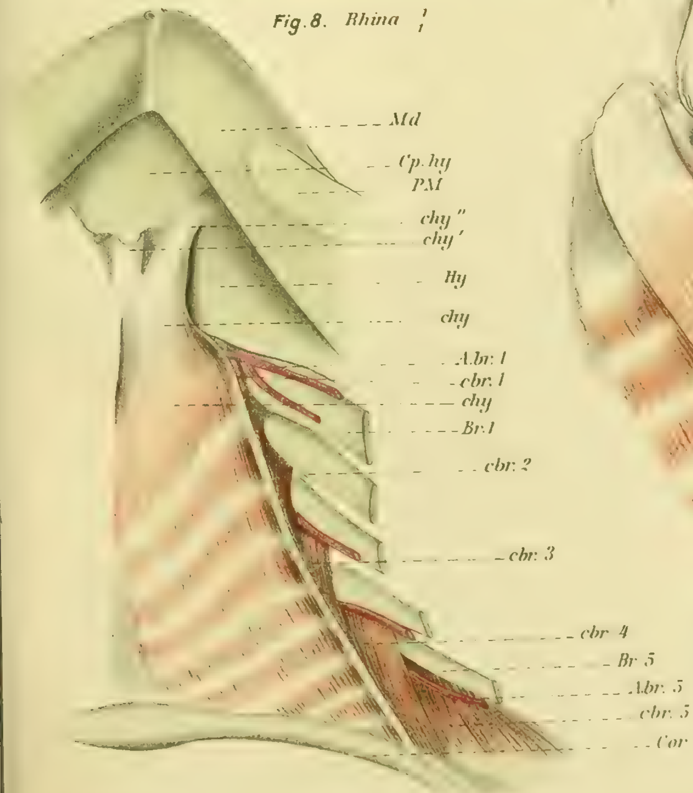
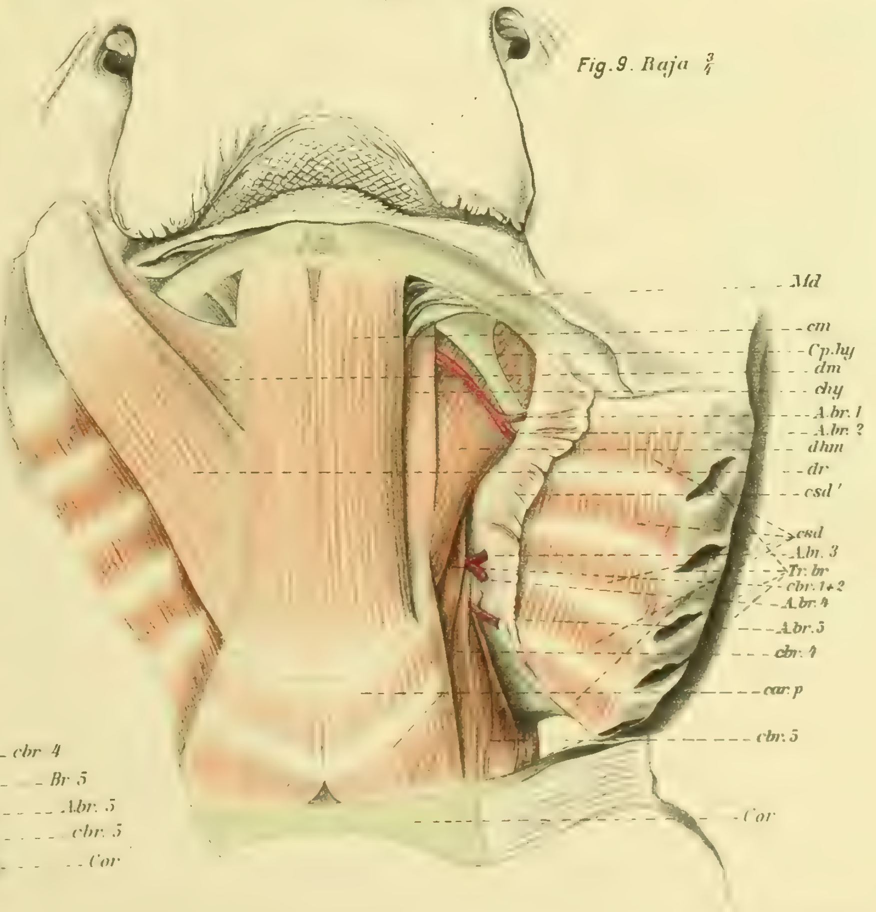


Fig. 9. Raja 3/4



Engelmann, Leipzig

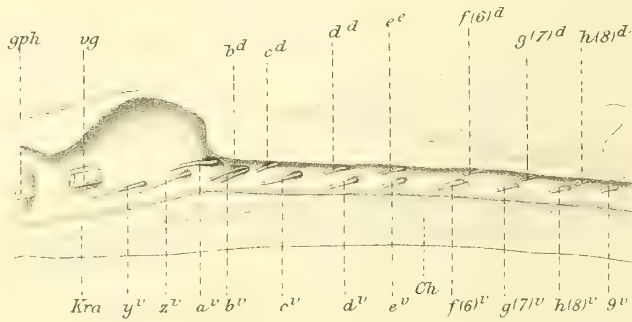


Fig. 1. Acipenser. 1/1

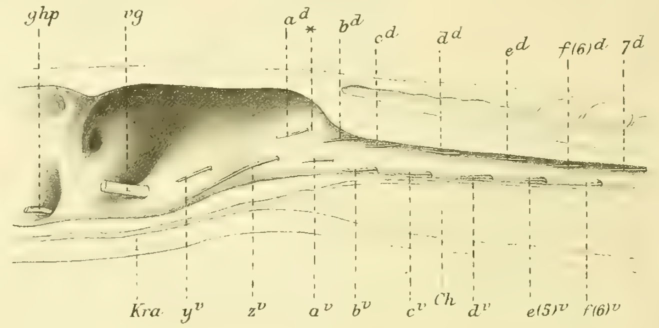


Fig. 2. Polyodon. 2/1

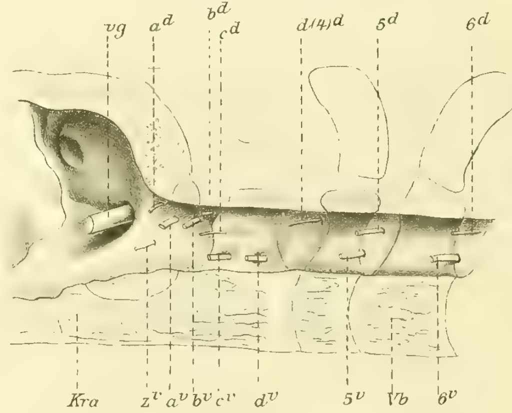


Fig. 4. Lepidosteus. 2/1

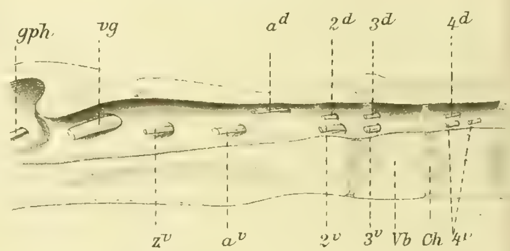


Fig. 3. Polypterus. 2/1

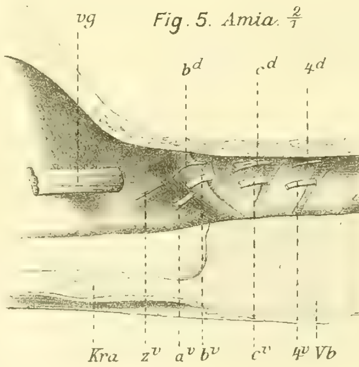


Fig. 5. Amia. 2/1

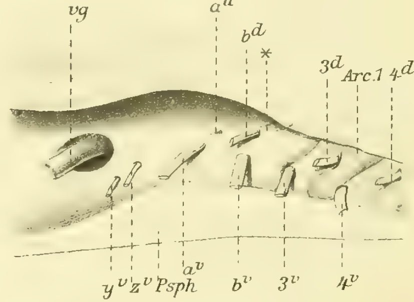


Fig. 10. Protopterus. 3/1

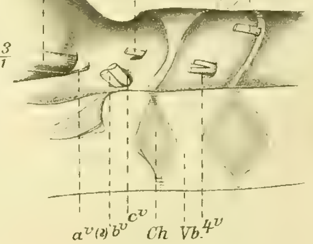


Fig. 7. Mullus. 3/1

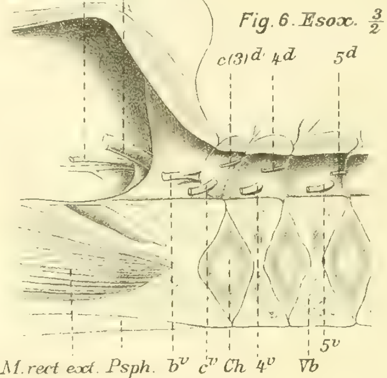


Fig. 6. Esox. 3/2

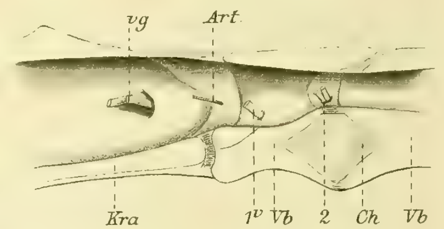


Fig. 11. Necturus. 3/1

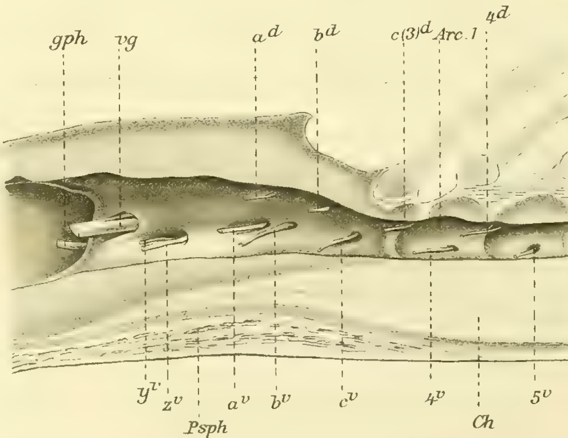


Fig. 8. Ceratodus. 1/1

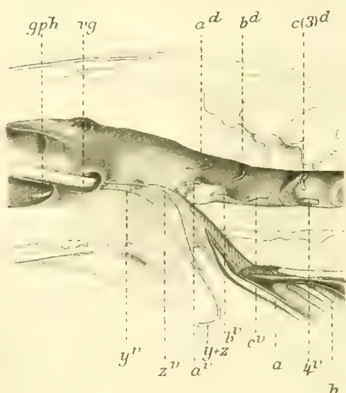


Fig. 9. Ceratodus. 1/1

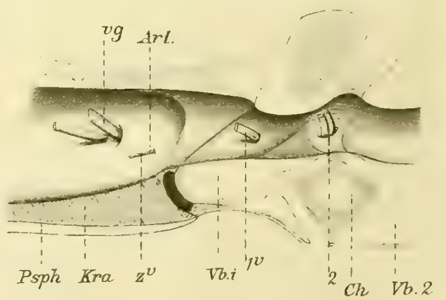
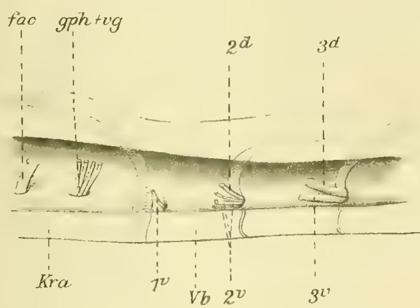
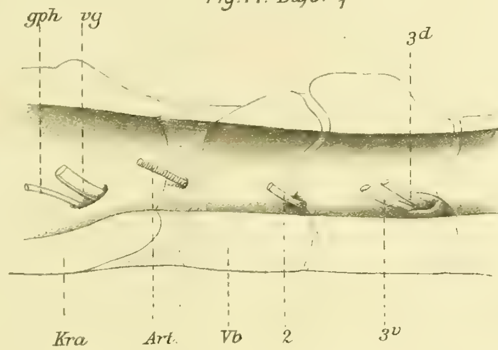
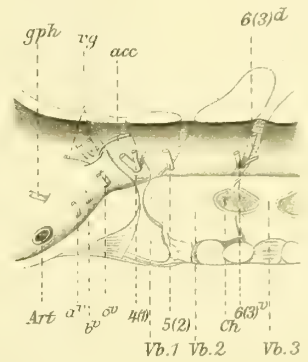
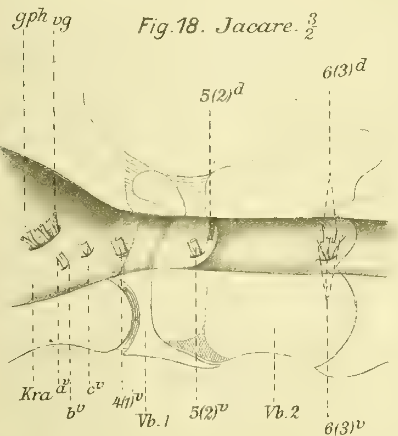


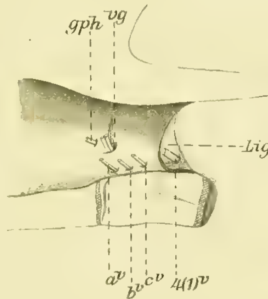
Fig. 12. Cryptobranchus. 1/1

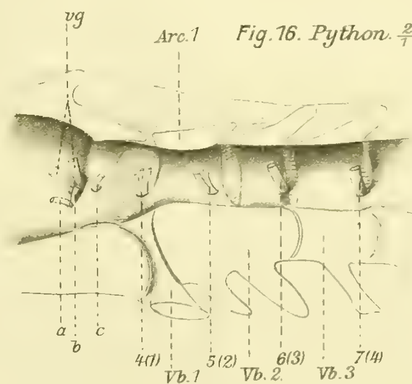

Fig. 13. Pipa. 3/1

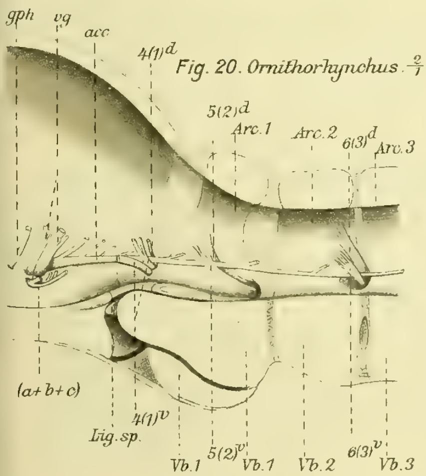

Fig. 14. Bufo. 3/1

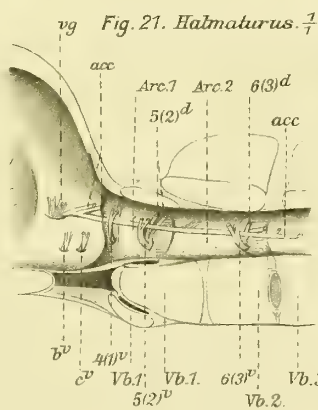

Fig. 15. Platydactylus. 4/1

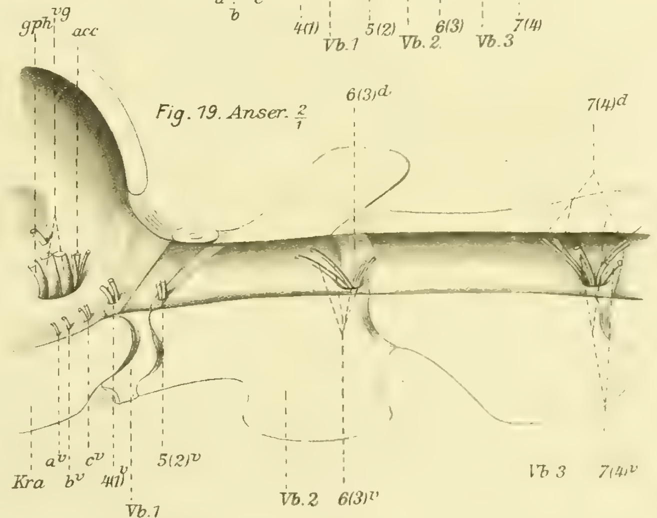

Fig. 18. Jacare. 3/2

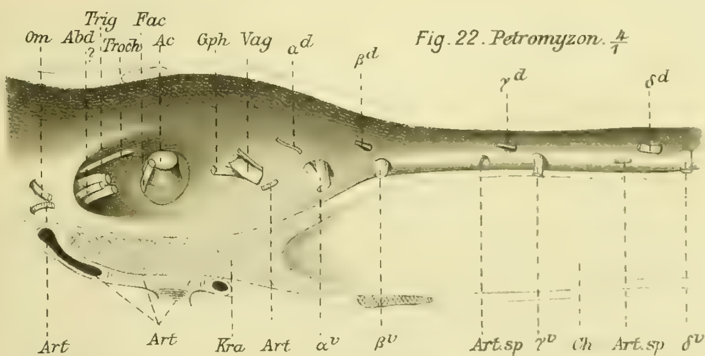

Fig. 17. Chelydra. 3/4

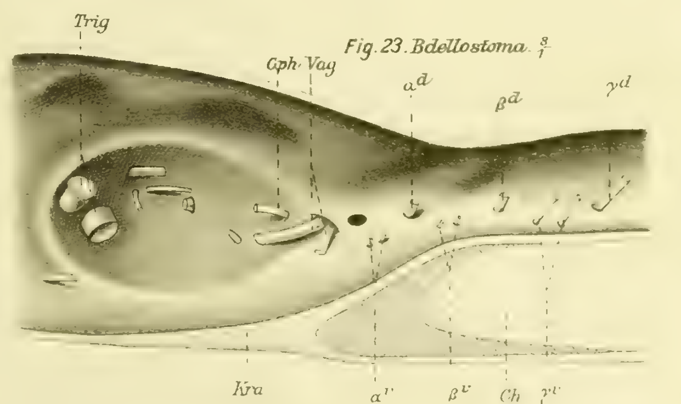

Fig. 16. Python. 2/1


Fig. 20. Ornithorhynchus. 2/1


Fig. 21. Halmaturus. 1/1


Fig. 19. Anser. 2/1


Fig. 22. Petromyzon. 4/1


Fig. 23. Bdellostoma. 3/1

…ngelmann in Leipzig.

Fig. 1. Acipenser. $\frac{1}{1}$

vg R ü vg z^v a b^d c^v c^d d^v d^d e^v e^d $f(6)^v$ $f(6)^d$ $g(7)^v$ $g(7)^d$ $h(8)^v$ $h(8)^d$

y^v z^v a^v b^v

Pl cv Co cbr Co

Fig. 4. Amia. $\frac{3}{2}$

R ü vg vg b^v b^d c^v c^d 4^v 4^d 5 6 7 8 9

z^v a^v Co Co +

cbr Pl cv R pcv Pl br

Fig. 2. Polypterus. $\frac{2}{1}$

a^d a^v 2^d 2^v 3^d 3^v 4^d 4^v 5 6 Pl br

vg R ü vg

Art y^v z^v

Co Co

cbr Pl cv Pl br

Fig. 3. Lepidosteus. $\frac{3}{2}$

vg R ü vg a^v a^d b^v b^d c^v c^d d^v $d(4)^d$ 5^v 5^d 6

z^v Co Co Co

Pl cv Pl br

Fig. 5. Esox. $\frac{1}{1}$

vg b^v c^v c^d 4^v 4^d 5 6

R a vg vg*

R cbr Pl cv R chy Pl br

Fig. 7. Caranx. $\frac{4}{3}$

vg b+c 4 Td 5

sy b c

Pl cv Pl br

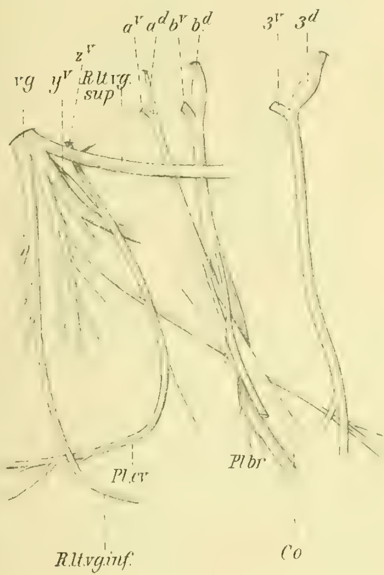
Fig. 6. Mullus. $\frac{2}{1}$

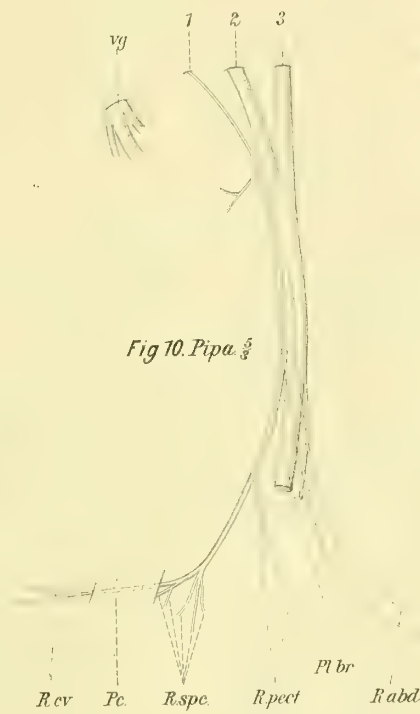
vg b c ls 4

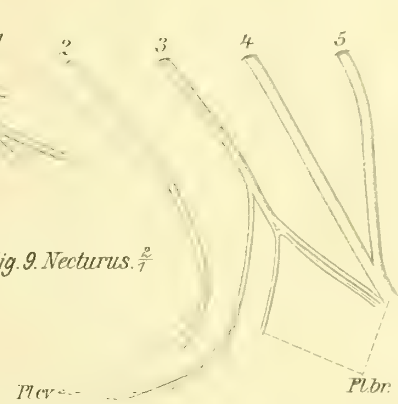
R a vg vg*

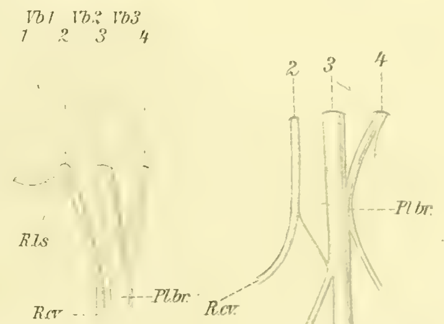
Pl cv. Pl br

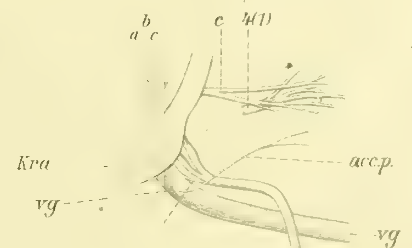
M. Fürbringer del. ... Wil ...

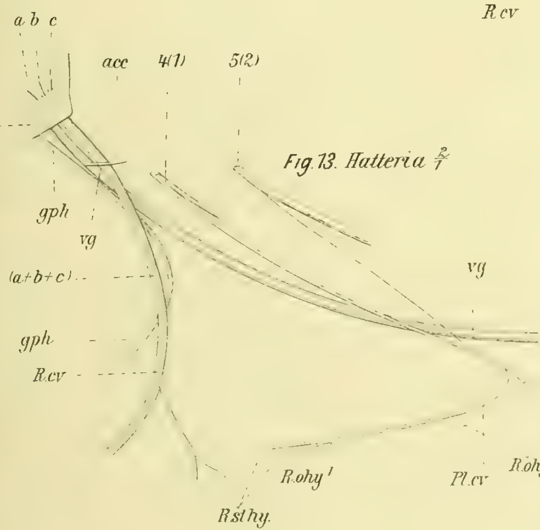


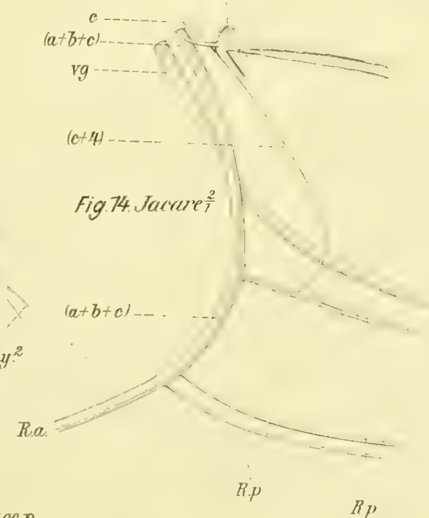




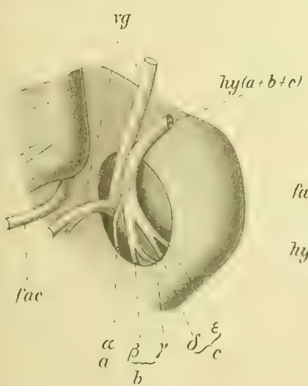


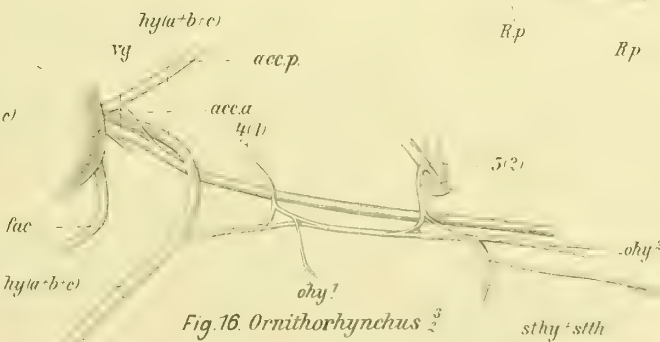












Wilh. Engelmann, Leipzig

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

